



令和 5 年度 放射線取扱主任者試験

正誤票

試験日 試験区分	令和5年8月24日 2時限目 (13:30~15:20) 第1種 第2種
課目	生物学
誤記内容	ページ : 11 問題番号 : 問 31 I の < A ~ C の解答群 > ・「6 G2 期後半から M 期」と「7 M 期前半から S 期前半」の選択肢を削除する。 マークシートの記入には注意してください。

令和 5 年度 放射線取扱主任者試験

正誤票

試験日 試験区分	令和5年8月24日 2時限目（13：30～15：20） 第1種 第2種
課目	生物学
誤記内容	ページ：16及び17 問題番号：問32 Ⅱの4行目の2か所 Ⅲの6、8、10、12行目（表を除く）の4か所  (誤) DNA・PKcs (中点)  (正) DNA-PKcs (ハイフン)

## 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：13:30～15:20（1時間50分）

2 問題数：

五肢択一式 30問（30点）、多肢択一式 2問（30点）（60点満点）（18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、記入欄以外の余白には、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。

次の問 1 から問 30 について、5 つの選択肢のうち適切な答えを 1 つだけ 選び、また、問 31、問 32 の文章の  の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを 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次のうちどれか。

- |   |                                      |   |       |
|---|--------------------------------------|---|-------|
| A | [ <sup>3</sup> H]ロイシン                | — | タンパク質 |
| B | [ <sup>125</sup> I]5-ヨード-2'-デオキシウリジン | — | RNA   |
| C | [ <sup>35</sup> S]メチオニン              | — | タンパク質 |
| D | [α- <sup>32</sup> P]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 2** 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 血液成分のうち放射線の影響（細胞致死）を最も受けるのはリンパ球である。
- B 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じょうに用いる。

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

**問 3** 核医学診療で行われる検査・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 [<sup>99m</sup>Tc]MDP（メチレンジホスホネート）は、悪性腫瘍の骨転移検査に用いられる。
- B [<sup>123</sup>I]ヨウ化ナトリウムは、甲状腺機能検査に用いられる。
- C [<sup>90</sup>Y]抗CD20抗体は、B細胞悪性リンパ腫の治療に用いられる。
- D [<sup>14</sup>C]メチオニンは、脳腫瘍の診断に用いられる。

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

問4 腫瘍細胞の放射線感受性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 固形腫瘍において、血管からおおよそ 70  $\mu\text{m}$  以内は放射線感受性が低下する。
- B 低酸素環境下で転写因子 HIF1 が誘導され、低酸素環境への適応に機能する。
- C 照射を複数回繰り返すことにより、低酸素細胞が順次再酸素化して放射線感受性を回復する。
- D 腫瘍組織には少数の放射線抵抗性の高いがん幹細胞が存在する。

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

問5 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 分裂能の高い細胞が水晶体の中心部に存在する。
- B 網膜が変性すると白内障が発症する。
- C 放射線白内障は、腸死のしきい線量より低い線量で生じる。
- D 放射線白内障の重篤度は線量に依存する。
- E 放射線白内障の治療には角膜移植が行われる。

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

問6 5 Gyの $\gamma$ 線を急性局所被ばくした場合に起こり得る皮膚変化を、早く現れる順に並べたものは次のうちどれか。

- 1 一時的脱毛 → 乾性落屑<sup>せつ</sup>
- 2 一時的紅斑 → 乾性落屑<sup>せつ</sup>
- 3 一時的脱毛 → 一時的紅斑
- 4 一時的紅斑 → 一時的脱毛
- 5 乾性落屑<sup>せつ</sup> → 一時的脱毛

**問7** 原爆被爆者における全固形がんによる死亡の過剰相対リスクおよび過剰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 過剰相対リスクは、到達年齢が同じであれば、一般に被爆時年齢が低いほど大きい。
- B 過剰相対リスクは、被爆時年齢が同じであれば、一般に到達年齢が低いほど大きい。
- C 過剰絶対リスクは、到達年齢が同じであれば、一般に被爆時年齢が低いほど大きい。
- D 過剰絶対リスクは、被爆時年齢が同じであれば、一般に到達年齢が低いほど大きい。

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

**問8** 原爆被爆者の調査において、有意な増加が認められているものの組合せはどれか。

- A 胃がん
- B 甲状腺がん
- C 急性骨髄性白血病
- D 成人T細胞白血病
- E 遺伝性(的)影響

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

**問9** 放射線の組織反応の潜伏期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 潜伏期が長い組織反応は、確率的影響に分類される。
- B 潜伏期の長さは、同じ組織反応であっても生物種によって異なる場合がある。
- C 潜伏期にも、組織に変化が見られる場合がある。
- D しきい線量が低い組織反応ほど、潜伏期が短い。

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

**問10** 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 国民1人当たりの年間平均被ばく線量は2.1 mSvと推定されている。
  - B 経口摂取による内部被ばくに最も大きく寄与する核種は、カリウム40であると推定されている。
  - C 地上での宇宙線による被ばく線量率は、高度が同じであれば、緯度が高い方が高い。
  - D 地上での宇宙線による国民1人当たりの年間平均被ばく線量は、大地からの放射線による国民1人当たりの年間平均被ばく線量の約2分の1である。
- 1 ABDのみ    2 ACのみ    3 BCのみ    4 BDのみ    5 ACDのみ

**問11** 人工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 日本における医療被ばくの1人当たり1年当たりの平均実効線量は、約0.5 mSvであると推定されている。
  - B X線診断の年間集団実効線量では、CTによるものの寄与が最も大きい。
  - C UNSCEAR2020/2021年報告における推定では、成人におけるCT検査1回当たりの平均実効線量は2～13 mSv程度であるとされている。
  - D 大気圏内核実験で放出された放射性核種に起因する、2000年からの100年間に受ける被ばくの集団実効線量預託に最も大きく寄与する核種は<sup>137</sup>Csである。
- 1 ABCのみ    2 ABDのみ    3 ACDのみ    4 BCDのみ    5 ABCDすべて

**問12** 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 人の体内に取り込まれた放射性核種による長期間にわたる内部被ばくを評価するために用いられる。
  - B 単位はシーベルト (Sv) である。
  - C 成人の場合、摂取後50年間にわたって積算した放射線量で評価される。
  - D 幼児と小児の場合、摂取後70歳までの期間にわたって毎年均等に割り当てられる。
- 1 ABCのみ    2 ABDのみ    3 ACDのみ    4 BCDのみ    5 ABCDすべて

問13 活性酸素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 呼吸や代謝などによって生成される。
- B 電離放射線では生ずるが紫外線では生じない。
- C 過酸化水素は活性酸素種の一つである。
- D 人体には活性酸素種を無害化する酵素がある。

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

問14 放射線などによるDNA塩基の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 チミングリコールは電離放射線だけでなく紫外線によっても生成される。
- B 8-オキシグアニンは突然変異の原因となる。
- C DNA鎖に取り込まれる以前の損傷塩基を分解する酵素がある。
- D APエンドヌクレアーゼによって損傷塩基と糖鎖との結合を切断する。

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

問15 DNA損傷の細胞応答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損傷を認識しその情報を伝達するタンパク質が存在する。
- B 細胞周期の進行を停止する機構がある。
- C 損傷部位付近のクロマチン構造の変化が損傷の修復に関わる。
- D 転写因子の活性化によって細胞死を誘導する経路がある。

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

問16 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 末梢<sup>しやう</sup>血のリンパ球に誘発されるアポトーシスは、生物学的線量評価に利用される生体応答現象の一つである。
- B 細胞の縮小と核の凝縮を伴う。
- C 照射後に細胞分裂した細胞では誘発されない。
- D 正常な p53 タンパク質により抑制される。

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

問17 放射線による腸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24時間後も絨毛<sup>じゅう</sup>上皮細胞は移動し続ける。
- B 被ばくにより腸管上皮細胞の増殖細胞数が減少する。
- C 腸の急性放射線障害が発症する時点で、末梢<sup>しやう</sup>血中のリンパ球の数は減少しない。
- D 脱水や感染症が主な死因になる。

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

問18 放射線により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 環状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、被ばく後の経過時間を推定することができる。
- C  $\gamma$ 線を全身被ばくした場合、二動原体染色体の出現頻度は、線量率によらず、被ばく線量に比例する。
- D 安定型異常は発がんの原因になる。

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

問19 多標的1ヒットモデルおよびそれに基づく細胞生存率曲線(片対数グラフ表示)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 すべての標的に1個以上のヒットが生ずると細胞死に至るとの考えに基づいている。
- B  $D_q$ (準しきい線量)は生存率が37%となる線量である。
- C 生存率曲線は、低線量域で傾きの小さななだらかな曲線となる。
- D  $D_0$ (平均致死線量)が大きいくほど分割照射による回復効果は小さくなる。

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

問20  $\gamma$ 線の細胞致死作用を修飾する要因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分子の周辺にラジカル消去剤が存在すると、放射線感受性は低下する。
- B 放射線防護剤の線量減少率(DRF)は最大で3程度である。
- C 5-ブロモデオキシウリジンは放射線によるDNA損傷の生成を軽減する。
- D ミソナダゾールは、低酸素下でDNA損傷の生成を増強する。

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

問21 1Gyの $\gamma$ 線急性被ばくが生殖細胞に与える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 精子数は被ばく直後(24時間以内)には変化しない。
- B 卵母細胞は被ばく直後(24時間以内)に体細胞分裂を停止する。
- C 細胞死は精細胞より精原細胞に多く起こる。
- D 細胞死は卵母細胞より卵に多く起こる。
- E 被ばく後3週以降に男性女性ともに永久不妊となる。

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

問22 放射線照射によって細胞に起こりうる現象として、正しいものの組合せは次のうちどれか。

- A 低線量照射によって、その後の高線量照射による細胞致死効果が軽減される。
- B 照射された細胞の近隣細胞にもDNA損傷が誘発される。
- C 照射後数世代の細胞分裂を経たあとに突然変異が誘発される。
- D 高線量照射によって、ネクローシスが誘導される。

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

問23 ヒトの胎内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 受精後4週までを着床前期と呼ぶ。
- B 器官形成期の被ばくでは、胎児期の被ばくに比べて、精神遅滞が顕著に増加する。
- C 胎児期の被ばくでは、発がんのリスクが高まる。
- D 着床前期の被ばくでは、死産は増加しない。

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

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、正しいものはどれか。

- 1 特定座位法を用いたマウス実験において、線量率効果は認められていない。
- 2 特定座位法を用いたマウス実験で見られた変異は、主に潜性（劣性）である。
- 3 遺伝性（的）影響のリスク推定に用いられる倍加線量法は直接法とも呼ばれる。
- 4 倍加線量が大きいことは、遺伝性（的）影響が起こりやすいことを意味する。
- 5 ICRP2007年勧告では、ヒトの倍加線量として4 Gyを採用している。

問25 ICRP2007年勧告における損害で調整された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。ただし、全集団とは被ばく時年齢が0～85歳の集団、成人とは被ばく時年齢が18～64歳の集団とする。

- A 全集団のがんの名目リスク係数は、成人のがんの名目リスク係数より大きい。
- B 全集団のがんの名目リスク係数は、全集団の遺伝性（的）影響の名目リスク係数より大きい。
- C 全集団のがんの名目リスク係数は、1 Sv当たり5.5である。
- D 全集団の遺伝性（的）影響の名目リスク係数は、1990年勧告より小さくなっている。

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

問26 放射線の細胞致死作用と LET 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 LET の増加とともに、酸素増感比が低下する LET 領域がある。
- B LET の増加とともに、生物学的効果比が低下する LET 領域がある。
- C 低 LET 放射線よりも高 LET 放射線において、照射後の重致死損傷の回復が顕著に観察できる。
- D 荷電粒子線のエネルギーが高いほど LET は増加する。

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

問27 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 DNA二本鎖切断修復遺伝子を欠損したヒト培養線維芽細胞で得られた致死効果における RBEは、正常細胞で得られた値よりも大きくなる。
- B 放射線加重（荷重）係数を決めるときの基礎データとなっている。
- C 細胞致死効果と突然変異誘発効果とは異なる値を示すことがある。
- D 一般に、高吸収線量域で得られた致死効果における RBEは、低吸収線量域で得られた値よりも小さくなる。

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

問28 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 陽子線の RBEは約5と評価されている。
- B 前立腺がんに対する小線源治療の際に、 $^{125}\text{I}$ が用いられる。
- C 単位吸収線量当たりの細胞致死効果は、炭素イオン線ではブラッグピーク部でプラト一部より高い。
- D 電子線は表在性腫瘍の治療に用いられる。

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

問 29 ホウ素中性子捕捉療法 (BNCT)に関する次の記述のうち、正しいもの組合せはどれか。

- A 速中性子が原子核に捕獲される核反応を利用する。
- B 核反応により生成される  $\alpha$  粒子とリチウム反跳核の高い細胞致死効果を利用する。
- C 照射前にホウ素を含む薬剤を正常細胞に集積させる。
- D 悪性黒色腫の治療に有効である。

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

問30 医療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 医療従事者が診療業務中に受ける被ばくは含まれない。
- B 1人当たり1年当たりの平均実効線量は、治療と診断による被ばくの合計で評価されている。
- C 日本における1人当たり1年当たりの平均実効線量は、世界平均よりも高い。
- D 線量限度が適用されない。

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

問31 次の I、II の文章の [ ] の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

I 増殖する細胞において、細胞分裂から次の細胞分裂までの1サイクルを細胞周期といい、M期→G<sub>1</sub>期→S期→G<sub>2</sub>期→M期のプロセスが繰り返される。細胞周期において放射線致死効果の感受性は [ A ] で最も高く、 [ B ] で低くなる。G<sub>1</sub>期が長い細胞では、 [ C ] で感受性が低くなることもある。

[ A ] で感受性が高くなるのは、DNA二本鎖切断が存在することによって染色体の正確な [ D ] が阻害されるためと考えられる。また、 [ B ] で感受性が低くなるのは、DNA二本鎖切断修復機構のうち、より精度の高い [ E ] が効率的に機能するためと考えられている。細胞はゲノムに異常がないか、細胞周期の複数の時期においてチェックする機能を有している。これを細胞周期チェックポイントといい、細胞周期の時期によって異なる分子機構が働き、異なる名称が付されている。そのうちの1つである [ F ] は、正常線維芽細胞においてはDNA二本鎖切断を検知したATMが転写因子 [ ア ] を誘導し、これが細胞周期の進行に機能するcdk2の阻害因子であるp21を誘導することを通して起動する。ATMはタンパク質 [ G ] 酵素であり、 [ ア ] を [ G ] することにより [ イ ] からの解離を促進し、安定化させている。ATM遺伝子は [ H ] という [ I ] 遺伝病の原因遺伝子であり、この疾患の患者の細胞では細胞周期チェックポイント機能が不十分であるため、患者は高い頻度でがんを発症する。

< A～Cの解答群 >

- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 M期                     | 2 G <sub>1</sub> 期前半     | 3 S期前半                   |
| 4 G <sub>1</sub> 期後半からS期 | 5 S期後半からG <sub>2</sub> 期 | 6 G <sub>2</sub> 期後半からM期 |
| 7 M期前半からS期前半             |                          |                          |

< Dの解答群 >

- |      |      |       |      |
|------|------|-------|------|
| 1 分配 | 2 合成 | 3 組換え | 4 複製 |
|------|------|-------|------|

< E、Fの解答群 >

- |                 |                             |                             |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 ヌクレオチド除去修復    | 2 非相同末端結合修復                 | 3 相同組換え修復                   |
| 4 塩基除去修復        | 5 ミスマッチ修復                   | 6 Sチェックポイント                 |
| 7 スピンドルチェックポイント | 8 G <sub>1</sub> /Sチェックポイント | 9 G <sub>2</sub> /Mチェックポイント |

< ア、イの解答群 >

- |              |         |          |         |
|--------------|---------|----------|---------|
| 1 HDM2(MDM2) | 2 CHK2  | 3 サイクリンB | 4 p53   |
| 5 p21        | 6 Noxa  | 7 ATR    | 8 Rad51 |
| 9 XPC        | 10 NBS1 |          |         |

< Gの解答群 >

- |         |         |          |        |
|---------|---------|----------|--------|
| 1 メチル化  | 2 還元    | 3 ユビキチン化 | 4 リン酸化 |
| 5 アセチル化 | 6 SUMO化 |          |        |

< Hの解答群 >

- |             |                |             |
|-------------|----------------|-------------|
| 1 色素性乾皮症    | 2 複合免疫失調症      | 3 ファンconi貧血 |
| 4 ナイミーヘン症候群 | 5 毛細血管拡張性運動失調症 |             |

< Iの解答群 >

- |               |               |             |
|---------------|---------------|-------------|
| 1 常染色体顕性 (優性) | 2 常染色体潜性 (劣性) | 3 伴性顕性 (優性) |
| 4 伴性潜性 (劣性)   | 5 慢性多因子性      |             |

II 細胞に放射線を照射する際に、時間間隔を設けて複数回に分けて照射することを「J」照射という。X線の一定の線量を1度に照射する場合に比べ、「J」照射することで細胞の生存率は一般的に高くなる。これは、照射と照射の間に「K」と呼ばれる損傷が修復されるためと考えられ、その現象は発見者の名前に因んで「ウ」回復と呼ばれている。がんの放射線治療において、一般的にがん細胞では正常細胞に比べて「ウ」回復による回復能が低いことに基づき「J」照射が用いられている。しかし、時間間隔によっては、例えば1回目の照射で生き残った「B」の細胞が2回目の照射時に「A」に移行することによって「L」が起こるなどして、生存率が低下することがある。

< Jの解答群 >

- |        |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|
| 1 低線量率 | 2 分割 | 3 長期 | 4 遷延 | 5 単純 |
|--------|------|------|------|------|

< K、Lの解答群 >

- |         |          |        |           |
|---------|----------|--------|-----------|
| 1 初期損傷  | 2 クラスタ損傷 | 3 塩基損傷 | 4 潜在的致死損傷 |
| 5 亜致死損傷 | 6 線量率効果  | 7 細胞増殖 | 8 再分布     |
| 9 初期化   | 10 細胞老化  |        |           |

< ウの解答群 >

- |           |                |          |
|-----------|----------------|----------|
| 1 レントゲン   | 2 ベルゴニー・トリボンドー | 3 エルカインド |
| 4 マリ・キュリー | 5 マラー          |          |

問32 次のI～IIIの文章の□の部分について、解答群の選択肢のうち最も適切な答えを1つだけ選べ。

I 放射線の生物作用を理解する上で、遺伝情報を担うDNAの構造を理解することが重要である。DNAはデオキシリボース、リン酸、塩基から構成される。塩基には、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の4種類がある。図1のa～fの中でグアニンの構造を示しているものは□Aである。ただし、図1で炭素原子および炭素原子に直接結合している水素原子は省略している。また、窒素原子から下方に伸びる価標はデオキシリボースに結合している。

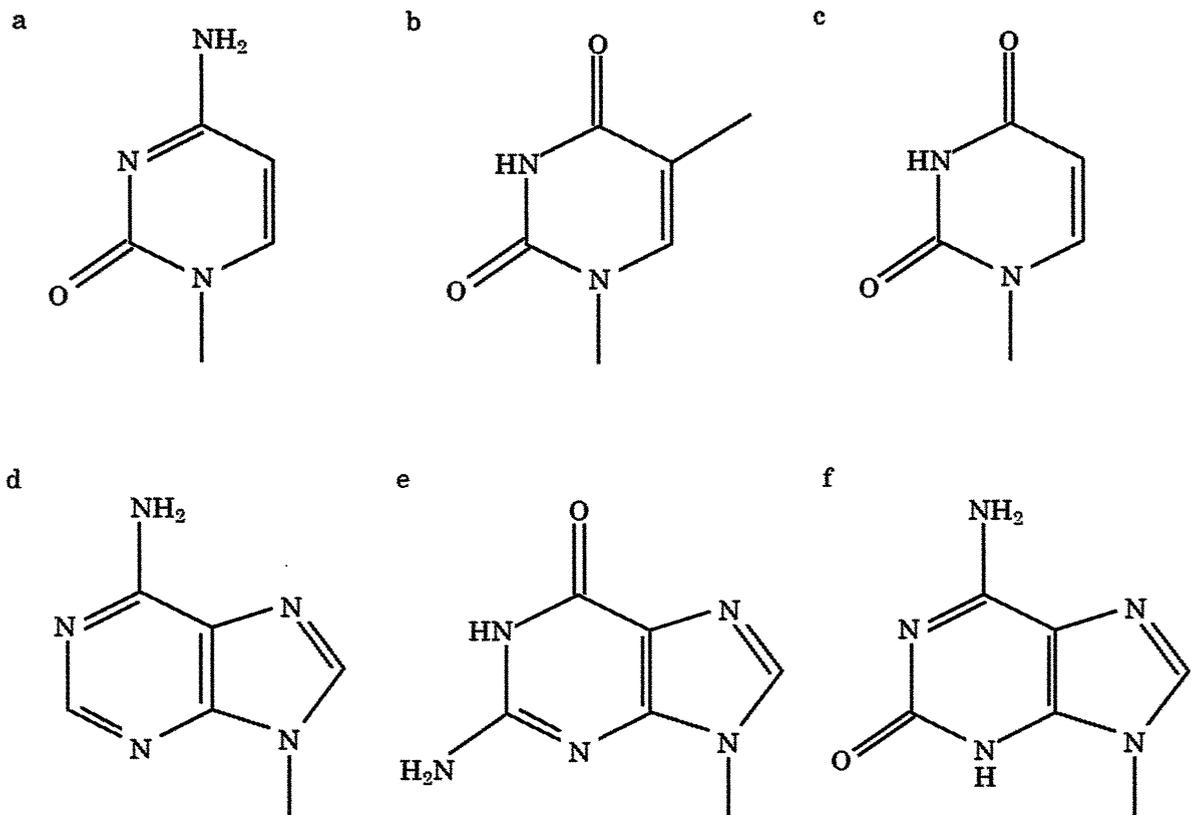


図1

DNAは二重らせん構造を持ち、相対する2本の鎖の□Bが□C結合によって対をなす。DNA複製におけるDNA鎖の合成(伸長)は□Dの方向に進行する。一方の鎖のある場所で□D方向にAGTCの配列で並んでいるとすると、相対する鎖においてこの4個の塩基と□C結合によって対をなす塩基の配列を□D方向に並べると□Eとなる。また、一方の鎖のAGTCともう一方の鎖の□Eとの間の□C結合の数は□Fである。

< Aの解答群 >

- |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 a | 2 b | 3 c | 4 d | 5 e |
| 6 f |     |     |     |     |



II 放射線によって生じるさまざまなDNA損傷の中で、DNA二本鎖切断は放射線の細胞致死効果に最も密接に関わるものと考えられている。ヒトの正常二倍体細胞に1 Gyのγ線を照射すると、細胞1個当たり約  個のDNA二本鎖切断が生じる。DNA依存性プロテインキナーゼ触媒サブユニット (DNA・PKcs) はDNA二本鎖切断の  修復に重要な役割を担う。DNA・PKcsの遺伝子に変異を有するヒトやマウスでは、細胞の放射線高感受性に加え、  機能の異常が見られる。これはV(D)J組換えと呼ばれる  遺伝子の再編成過程に  が関わるためである。

< Gの解答群 >

- 1 4                      2 40                      3 400                      4 4,000

< Hの解答群 >

- 1 塩基除去                      2 ヌクレオチド除去                      3 相同組換え  
4 非相同末端結合

< Iの解答群 >

- 1 肝                      2 心                      3 腎                      4 肺                      5 生殖  
6 免疫

< Jの解答群 >

- 1 インスリン                      2 カルシウムイオンチャネル  
3 増殖因子                      4 ステロイドホルモン受容体  
5 神経伝達物質受容体                      6 抗体

Ⅲ 以下において、タンパク質のアミノ酸の数は、タンパク質合成が開始されるコドンに対応するアミノ酸を1個目とし、タンパク質合成が進行する方向に向かって増えるように数えることとする。また、メッセンジャーRNA(mRNA)の塩基の番号は、タンパク質合成が開始されるコドンの1番目の塩基を1番とし、タンパク質合成が進行する方向に向かって増えるように付けることとする。下の表はコドンとアミノ酸の対応を示したもので、遺伝暗号表あるいはコドン表などと呼ばれる。

表 コドン表

1番目の塩基	3番目の塩基	2番目の塩基							
		U		C		A		G	
U	U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン
	C	UUC		UCC		UAC		UGC	
	A	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン
	G	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン
C	U	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン
	C	CUC		CCC		CAC		CGC	
	A	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA	
	G	CUG		CCG		CAG		CGG	
A	U	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン
	C	AUC		ACC		AAC		AGC	
	A	AUA	ACA	AAA		リシン	AGA	アルギニン	
	G	AUG	ACG	AAG			AGG		
G	U	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン
	C	GUC		GCC		GAC		GGC	
	A	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA	
	G	GUG		GCG		GAG		GGG	

I 機能の異常を呈するヒト遺伝病患者やマウスにおけるDNA・PKcsの遺伝子の変異の結果生じるmRNAの配列の変化を以下に示す。

変異1 ヒト DNA・PKcs mRNA の 9,185 番の U (下線) が G に置換

9,181 番から 9,190 番まで CUGCUGACAU

変異2 ヒト DNA・PKcs mRNA の 10,721 番の C (下線) が U に置換

10,717 番から 10,726 番まで AAUGCCUUAG

変異3 マウス DNA・PKcs mRNA の 12,138 番の U (下線) が A に置換

12,134 番から 12,143 番まで GCUAUGCUAA

変異1 から変異3 の中で正常なタンパク質よりアミノ酸数が少ないタンパク質が作られるのは K である。K では、L に対応するコドンが終止コドンに変化し、M 個のアミノ酸からなるタンパク質が作られる。このような変異を N 変異という。

また、ヒト遺伝病患者で見られる変異には、mRNA の 6,338 番から 6,340 番の塩基が欠失したもの（変異 4 とする）、1,624 番から 1,776 番の塩基が欠失したもの（変異 5 とする）もある。変異 4 と変異 5 のうち、フレームシフト変異であるものは 。

<Kの解答群>

- 1 変異 1            2 変異 2            3 変異 3

<Lの解答群>

- 1 アスパラギン            2 アラニン            3 アルギニン            4 グリシン  
5 グルタミン            6 イソロイシン            7 チロシン            8 トリプトファン  
9 バリン            10 ヒスチジン            11 プロリン            12 ロイシン

<Mの解答群>

- 1 3,062            2 3,063            3 3,574            4 3,575            5 4,045  
6 4,046

<Nの解答群>

- 1 サイレント            2 ナンセンス            3 ミスセンス

<Oの解答群>

- 1 変異4のみである            2 変異5のみである  
3 変異4と変異5の両方である            4 ない