

令和 8 年度 放射線取扱主任者試験

正誤票

試験日 試験区分	令和 8 年 8 月 2 0 日 2 時限目 (1 3 : 3 0 ~ 1 5 : 2 0) 第 1 種 第 2 種
課目	生物学
内 容	ページ : 1 問題番号 : 問 2 問題文 1 行目 ~ 2 行目 (誤) デオキシリボヌクレオチド三リン酸および リボヌクレオチド三リン酸 (正) デオキシリボヌクレオシド三リン酸および リボヌクレオシド三リン酸
	ページ : 3 問題番号 : 問 1 0 選択肢 C (誤) . . . リスク推定においては、<u>白血病を除くすべてのがん</u>に直線しきい値 . . . (正) . . . リスク推定においては、<u>がん</u>に直線しきい値 . . .

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）（16 ページ）

3 注意事項：

- ① 机の上に出してよいものは、受験票、本人確認書類（原本）、鉛筆又はシャープペンシル、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。また、アラーム機能の付いた時計は、設定を解除しておいてください。
- 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、すべての課目の解答を無効とし、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、すべての課目の解答を無効とします。

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 DNA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はデオキシリボース、塩基、リン酸で構成される。
- B デオキシリボースは6個の炭素原子を含んでいる。
- C シトシンはピリミジン塩基に分類される。
- D ヌクレオチド内では塩基とリン酸の間に共有結合が形成されている。
- E DNA中で対合しているチミンとアデニンとの間の水素結合の数は3個である。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問 2 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。ただし、デオキシリボヌクレオチド三リン酸およびリボヌクレオチド三リン酸において、3個のリン原子のうち、デオキシリボースあるいはリボースに最も近いものから順に α 位、 β 位、 γ 位と呼ぶ。たとえば、 α 位のリン原子が ^{32}P であるデオキシチジン三リン酸を $[\alpha\text{-}^{32}\text{P}]\text{dCTP}$ と表記する。

- A $[\alpha\text{-}^{32}\text{P}]\text{dCTP}$ を用いて、DNAを標識することができる。
- B $[\alpha\text{-}^{32}\text{P}]\text{ATP}$ を用いて、タンパク質リン酸化活性を調べることができる。
- C $[\gamma\text{-}^{32}\text{P}]\text{ATP}$ を用いて、DNAの末端を標識することができる。
- D ^{32}P 標識化合物の代わりに ^{33}P 標識化合物を用いると、X線フィルムを用いたオートラジオグラフィにおいて高い解像度が得られる。

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

問 3 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}C -L-メチオニン
- B ^{13}N アンモニア
- C ^{15}O 水
- D ^{18}F FDG (フルオロデオキシグルコース)
- E $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MDP (メチレンジホスホン酸テクネチウム)

- 1 ABEのみ 2 ACDのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BCEのみ

問4 2 Gyの急性γ線全身被ばくした場合の末梢^{しょう}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 リンパ球数の減少は被ばく後1日以内に起こる。
- B 顆粒球数は被ばく後1～2日以内に一過性に増加が見られることがある。
- C 血小板数は被ばく後約3～5日で最低値となる。
- D 赤血球数の減少は顆粒球数の減少よりも早く認められる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問5 次の放射線障害のうち、組織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 腸死（腸管死）
- B 骨髄死
- C 中枢神経死
- D 男性の永久不妊

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

問6 γ線全身被ばく後の急性放射線障害の前駆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1時間後までに、50%以上の発生率で発熱がみられる。
- B 3 Gy被ばく2時間後までに、50%以上の発生率で嘔吐がみられる。
- C 7 Gy被ばく4時間後までに、50%以上の発生率で頭痛がみられる。
- D 10 Gy被ばく1時間後までに、50%以上の発生率で下痢がみられる。

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

問7 次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- A 早期影響（急性障害）には確率的影響はない。
- B 晩発影響（晩発障害）のうち白内障は組織反応（確定的影響）である。
- C しきい線量を超える被ばくではすべての被ばく者に組織反応（確定的影響）が起こる。
- D 確率的影響では重篤度は被ばく線量に依存しない。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問8 広島・長崎の原爆被爆者の疫学調査における全固形がんによる死亡の相対リスクおよび過剰相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 相対リスクは、自然発生率（対照群）の何倍の影響が発生するかという評価法である。
- B 過剰相対リスクは、相対リスクから1を引いたものである。
- C 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。
- D 30歳で被爆し、70歳に到達したときの過剰相対リスクは1 Gyにおいて1.4～1.5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9 広島・長崎の原爆被爆者の調査において、がん死亡リスクの有意な増加が認められたものの組合せはどれか。

- A 胃がん
- B 肝がん
- C 肺がん
- D 結腸がん

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

問10 広島・長崎の原爆被爆者におけるがんの発生率および線量反応関係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、線量反応関係を表す場合には横軸に線量、縦軸に発生率をとるものとする。

- A 固形がんの線量反応関係は、L（直線）モデルが適合する。
- B 白血病の線量反応関係は、3 Gy以下では、LモデルよりLQ（直線-2次曲線）モデルに適合する。
- C 国際放射線防護委員会(ICRP)のリスク推定においては、白血病を除くすべてのがんに直線しきい値なし(LNT)モデルを適用している。
- D 喫煙は、肺がんの交絡因子である。

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

問11 次の記述のうち、過去のデータから放射線が発がんに関係した例として正しいものの組合せはどれか。

- A チョルノービリ（チェルノブイリ）原発事故により放出された ^{131}I の内部被ばくによる小児甲状腺がんの発症
- B ウラン鉱山の鉱夫における肺がんの発症
- C 結核患者における胸部X線撮影による肺がんの発症
- D 頭部白癬症^{せん}患者におけるX線照射による甲状腺がんの発症

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

問12 物理的半減期が8日の放射性核種が体内に取り込まれたとする。8日後に体内の放射能が16分の1に減少していたとき、生物学的半減期[日]として最も近い値は次のうちどれか。

1 2.0 2 2.7 3 8.0 4 16.0 5 24.0

問13 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 子供の場合、摂取時から50年間を積算期間とする。
- B 預託実効線量の単位はシーベルトである。
- C 内部被ばくの長期にわたる影響を評価するために用いる。
- D 水晶体の組織反応（確定的影響）を防止するために用いる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問14 宇宙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 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。
- B 大気上層部で窒素や酸素の原子核との破碎反応により ^3H が生じる。
- C 地表面での宇宙線による被ばくの実効線量には、主にミュー粒子が寄与している。
- D 東京～ニューヨークの国際線搭乗（往復）による宇宙線被ばくは0.1～0.2 mSv程度である。

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

問15 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 診療行為による医療従事者の被ばくは含まれない。
- B UNSCEAR2020/2021年報告では、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。
- 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 医療行為を受ける患者には線量限度が適用されない。

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

問16 放射線の直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 DNA構成原子を電離するが、励起しない。
- B 同一体積では、損傷を受ける溶質分子の数は、溶質分子の濃度を上げると増加する。
- C 乾燥した酵素のX線による不活性化に關与する。
- D 保護効果が顕著に觀察される。

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問17 放射線の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 β 線による細胞致死効果における寄与は、直接作用よりも大きい。
- B 照射後に酸素分圧を高めると作用が増強される。
- C 温度を下げると作用が軽減される。
- D システインにより作用が軽減される。
- E 5-ブロモデオキシウリジンにより作用が軽減される。

1 ABEのみ 2 ACDのみ 3 ADEのみ 4 BCDのみ 5 BCEのみ

問18 ヒト体細胞にX線を照射した場合に生じる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 塩基損傷は電離放射線特有の損傷である。
- B 単位吸収線量当たりの塩基損傷の数はDNA2本鎖切断の数よりも多くなる。
- C 単位吸収線量当たりのDNA2本鎖切断の数はDNA1本鎖切断の数よりも多くなる。
- D 単位吸収線量当たりのDNA-タンパク質間架橋の数はDNA1本鎖切断の数よりも多くなる。
- E DNA2本鎖切断は生体内の代謝過程においても生じる。

- 1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとE 5 DとE

問19 ヒト体細胞におけるDNA損傷と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 ピリミジンダイマーは非相同末端結合で修復される。
- B ヌクレオチド除去修復能の異常は紫外線高感受性遺伝病と関係している。
- C 塩基の酸化損傷はヌクレオチド除去修復で修復される。
- D 8-オキシグアニンは突然変異の原因となる。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問20 多標的1ヒットモデルおよびそれに基づいて片対数グラフで描いた細胞生存率曲線（横軸に吸収線量、縦軸に細胞生存率）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、 D_q は準しきい線量である。

- A すべての標的に1個以上のヒットが生じると細胞死に至るとの考えに基づいている。
- B 線量が高くなると形状は直線に近づく。
- C D_q が小さい細胞では、大きい細胞に比べてSLD回復が起きにくい。
- D D_q は生存率が37%となる線量である。

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

問21 放射線誘発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 ミトコンドリアの膜電位が変化する。
- B クロマチンの凝縮が観察される。
- C 核の膨潤が観察される。
- D 正常p53タンパク質により誘導される。

1 ABDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問22 培養ヒト体細胞について、細胞周期と放射線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 S期前半に比べてS期後半からG₂期前半は放射線致死感受性が低い。
- B M期の細胞ではG₁期の細胞に比べて直線-2次曲線モデルで描いた細胞生存率曲線での α/β 比が大きい。
- C 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G₂期前半にかけて最も高い放射線致死感受性を示す。
- D X線に比べて、 α 線では放射線致死感受性の細胞周期依存性が小さい。

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8～15週の被ばくで精神（発達）遅滞が観察される。
- B 原爆被爆者の疫学調査で、精神（発達）遅滞は有意な増加が観察されている。
- C 受精後26～40週の0.15 Gy以上の被ばくにより、小頭症が観察される。
- D 胎児期全体を通して、0.5～1 Gyの被ばくにより低身長などの発育遅延が見られる。

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

問24 γ 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 二動原体染色体は発がんの原因になる。
- B 二動原体染色体の頻度は、線量増加に伴い直線-2次曲線的に増加する。
- C 環状染色体は不安定型の染色体異常である。
- D G₂期で照射された細胞では染色分体型異常が起こる。

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

問25 ヒトの胎内被ばくにおける受精後の被ばく時期、影響、しきい線量の関係として、正しいものの組合せはどれか。

- | | | |
|----------|------------|-----------|
| A 8日まで | — 胚死亡（流産） | — 0.25 Gy |
| B 9日～8週 | — 奇形 | — 0.1 Gy |
| C 8週～25週 | — 精神（発達）遅滞 | — 0.2 Gy |
| D 8週～出生 | — 遺伝性（的）影響 | — 0.1 Gy |

- 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 生殖細胞への放射線被ばくの影響が子孫に引き継がれて発生する。
- B DNA上に生じた変化の全てが含まれる。
- C 妊娠期の被ばくによって子供に現れる。
- D 原爆被爆者の疫学調査では有意な増加は認められていない。
- E 動物実験では生じることが確かめられている。

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

問27 X線と比較した場合の炭素イオン線 ($70 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$) の細胞致死作用の特徴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、細胞生存率曲線は横軸に吸収線量を線形目盛で、縦軸に細胞生存率を対数目盛でとって描くものとする。

- A 細胞生存率曲線の傾きの絶対値が小さい。
- B SLD回復が小さい。
- C ラジカルスカベンジャーによる保護効果が小さい。
- D OERが小さい。

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

問28 炭素イオン線($70 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$)の細胞致死作用についての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。ただし、基準放射線は管電圧250 kVのX線とする。

- A 線量率が $0.01 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ のときのRBEは、線量率が $1 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ のときのRBEより大きい。
- B 細胞生存率が0.01になるときのRBEは、細胞生存率が0.1になるときのRBEより大きい。
- C 2回に分割して照射を行うときのRBEは、1回で照射を行うときのRBEより大きい。
- D 無酸素下でのRBEは、酸素存在下でのRBEより大きい。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問29 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 ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)は、熱中性子とホウ素の核反応を利用している。
- B BNCTでは、主に α 粒子と ^7Li 原子核が細胞致死効果に寄与する。
- C ^{177}Lu を用いた核医学治療では、主に β 粒子が細胞致死効果に寄与する。
- D 陽子線治療では、ブラッグピークにより患部に線量を集中することができる。

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150～500 Gyである。
- D 新鮮凍結血漿しょうに用いる。

1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問31 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 放射線の細胞内物質への作用で最も重要なものはDNAへの損傷と考えられている。DNA損傷の過程は、放射線が直接DNAに損傷を与える直接作用と、主として水分子との相互作用の結果として生じるフリーラジカルを介してDNAに損傷を与える間接作用とに分けられる。γ線やX線の場合、全損傷のうち□ア%が間接作用によって生じると考えられている。このとき近隣に酸素が存在すると、フリーラジカルと酸素が反応して活性酸素の生成がさらに増加する。放射線による水分子の電離で生じた電子の周りに水分子が集まって□Aが形成される。この□Aは酸素と反応して□Bを生じる。生体には、生じたフリーラジカルを消去する仕組みが存在する。例えば□Cは□Bを不活化し、酸素と過酸化水素を生じる。生じた過酸化水素は□Dにより水と酸素に分解される。

<アの解答群>

1 0～20

2 30～50

3 60～80

4 80～100

<A～Dの解答群>

1 水和電子

2 スーパーオキシドラジカル

3 窒素ラジカル

4 ヒドロキシルラジカル

5 アミラーゼ

6 カタラーゼ

7 グルタチオンペルオキシダーゼ

8 スーパーオキシドジスムターゼ

9 ホスホリパーゼ

II 酸素の存在により放射線の影響が増強されることは、酸素効果と呼ばれている。酸素効果の強さを示す指標を酸素増感比(OER)といい、(酸素が存在しない条件で、ある効果を起こす吸収線量) ÷ (酸素が存在する条件で、同じ効果を起こす吸収線量) としてあらわされる。例えば、酸素が存在しない条件でγ線を5 Gy照射したときの生存率と同じ生存率になるのに要した線量が、酸素が十分に存在するときには2 Gyであったとすると、OERは となる。γ線の細胞致死効果におけるOERは、最大 程度とされている。細胞致死効果は酸素分圧の上昇により増大し、20～30 mmHg付近を超えるとほぼ一定となる。大気中の酸素分圧は mmHg程度、成人の動脈血の酸素分圧は mmHg程度である。人体中のほとんどの正常組織では放射線の効果が低減するような低酸素状態にはならないが、固形腫瘍の一部には血管から離れているために低酸素状態の細胞が存在し、がんの放射線治療における放射線抵抗性の一因となると考えられている。がん治療に用いられる分割照射では、前回の照射によって酸素の豊富ながん細胞が排除されることにより、低酸素状態のがん細胞の酸素分圧が と考えられている。

<イの解答群>

- | | | | | |
|---------|-------|-------|---------|-------|
| 1 0.4 | 2 1 | 3 2 | 4 2.5 | 5 3 |
|---------|-------|-------|---------|-------|

<ウの解答群>

- | | | | | |
|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 1 0.2～0.4 | 2 1～2 | 3 2.5～3 | 4 3.5～4 | 5 4.5～5 |
|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|

<エ、オの解答群>

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 1 20～30 | 2 40～50 | 3 60～70 |
| 4 90～100 | 5 110～130 | 6 140～160 |
| 7 170～190 | 8 760 | |

<Eの解答群>

- | | | |
|---------|-----------|---------|
| 1 上がる | 2 変化しない | 3 下がる |
|---------|-----------|---------|

Ⅲ 細胞内分子の損傷は細胞死を引き起こし、さらに組織の障害として人体に症状をもたらす。比較的高い線量で被ばくし、被ばく後数週間までに臓器・組織に現れる障害を〔F〕という。〔F〕には〔G〕が存在し、国際放射線防護委員会による2007年勧告では〔カ〕%の人に症状が現れる線量と定義されている。代表的な〔F〕の1つである腸死（腸管死）の場合、X線やγ線被ばくでの〔G〕は〔キ〕Gy程度である。マウスを用いた実験から、腸管を構成する細胞のうち、〔H〕にある幹細胞の死が腸死（腸管死）の主要な原因と考えられている。

< F～Hの解答群 >

- | | |
|-------------------------|-------------|
| 1 急性障害 | 2 晩発障害 |
| 3 しきい線量 | 4 実効線量 |
| 5 照射線量 | 6 線量限度 |
| 7 組織線量 | 8 クリプト |
| 9 絨毛先端 ^{じゅうまう} | 10 ランゲルハンス島 |

< カの解答群 >

- | | | |
|-------|------|------|
| 1 0.1 | 2 1 | 3 10 |
| 4 20 | 5 30 | 6 50 |
| 7 100 | | |

< キの解答群 >

- | | | |
|-------|-------|-----|
| 1 0.1 | 2 0.5 | 3 3 |
| 4 6 | 5 20 | |

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 放射線によって生じる様々な種類のDNA損傷の中で、DNA2本鎖切断は最も重篤な損傷と考えられている。ヒトの正常二倍体細胞に1 Gyの γ 線を照射した場合、細胞1個あたり約□A個のDNA2本鎖切断が生じる。DNA2本鎖切断の主要な修復機構の一つである□BにはNBS1タンパク質が機能しており、NBS1タンパク質をコードする*NBN*遺伝子に変異を有するヒト細胞は、放射線致死感受性が高いことが知られる。□Bは姉妹染色分体のDNAを鋳型として修復を行うため、□C期の終わりから□D期において活発に機能し、誤りが□E修復機構として知られている。

< Aの解答群 >

- | | | | |
|--------|---------|----------|-----------|
| 1 4 | 2 40 | 3 150 | 4 1000 |
|--------|---------|----------|-----------|

< Bの解答群 >

- | | | |
|-----------------|----------------|--------------|
| 1 ヌクレオチド除去修復 | 2 ミスマッチ修復 | 3 相同組換え修復 |
| 4 塩基除去修復 | 5 非相同末端結合修復 | 6 光回復 |

< C、Dの解答群 >

- | | | | | |
|---------|---------|---------|--------|--------|
| 1 G_0 | 2 G_1 | 3 G_2 | 4 M | 5 S |
|---------|---------|---------|--------|--------|

< Eの解答群 >

- | | |
|----------|---------|
| 1 少ない | 2 多い |
|----------|---------|

Ⅱ ナイミーヘン染色体不安定性症候群(NBS)は*NBN*遺伝子に変異を有する放射線高感受性遺伝病であり、 遺伝様式を示す。したがって、あるNBSの患者の両親が健常者の場合、 が一对の*NBN*遺伝子の に変異を持つ。さらに、この患者の兄弟姉妹に健常者がいる場合、その健常者が一对の*NBN*遺伝子のいずれにも患者と同じ変異を持たない確率は である。*ATM*遺伝子の変異によって生じる もNBSと同様に 遺伝様式を示すことが知られている。

< F の解答群 >

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| 1 性染色体顕性 (優性) | 2 性染色体潜性 (劣性) | 3 常染色体顕性 (優性) |
| 4 常染色体潜性 (劣性) | | |

< G の解答群 >

- | | |
|------------|------------------|
| 1 父親のみ | 2 母親のみ |
| 3 父親と母親の両方 | 4 父親と母親のいずれか一方のみ |

< H の解答群 >

- | | |
|------|------|
| 1 一方 | 2 両方 |
|------|------|

< I の解答群 >

- | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 $\frac{1}{4}$ | 2 $\frac{1}{3}$ | 3 $\frac{1}{2}$ | 4 $\frac{2}{3}$ | 5 $\frac{3}{4}$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

< J の解答群 >

- | | | |
|----------------|-------------|----------|
| 1 ファンconi貧血 | 2 コケイン症候群 | 3 色素性乾皮症 |
| 4 毛細血管拡張性運動失調症 | 5 重症複合免疫不全症 | |

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	
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	メチオニン	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	

下に正常なNBS遺伝子のmRNAの651番から740番までの塩基配列を示す。塩基を数えやすいように10塩基ごとに空白を挿入してある。

651～680番 AAGAAAACAA AUCUUCAAAG GGAAAACAUU

681～710番 UAUAUUUUUG AAUGCCAAAC AGCAUAAGAA

711～740番 AUUGAGUUCG GCAGUUGUCU UUGGAGGUGG

NBSの患者の大半でみられる変異は、下線を付した657番目から661番目までの5個の塩基 (ACAAA) が欠失した変異である。この変異は 変異である。このmRNAから作られるタンパク質はX個目のアミノ酸である までは正常なNBS1タンパク質と同じアミノ酸配列を持つが、X+1個目のアミノ酸は となり、それ以降もアミノ酸配列が大きく異なり、Y個のアミノ酸からなるタンパク質が作られる。X= であり、Y=X+ である。

<Kの解答群>

- | | | |
|---------|-----------|---------|
| 1 サイレント | 2 トランジション | 3 ミスセンス |
| 4 ナンセンス | 5 フレームシフト | |

<L、Mの解答群>

- | | | | |
|----------|-----------|--------|---------|
| 1 アスパラギン | 2 アスパラギン酸 | 3 アラニン | 4 アルギニン |
| 5 イソロイシン | 6 グルタミン | 7 セリン | 8 リシン |

<アの解答群>

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 211 | 2 212 | 3 213 | 4 214 | 5 215 |
| 6 216 | 7 217 | 8 218 | 9 219 | |

<イの解答群>

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 14 | 2 15 | 3 16 | 4 23 | 5 24 |
| 6 25 | 7 33 | 8 34 | 9 35 | |