

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、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、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 核医学診療で行われる検査・治療とそれに用いられる核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 ^{123}I は、甲状腺機能検査に用いられる。

B ^{131}I は、甲状腺がんの治療に用いられる。

C [^{18}F]FDG (フルオロデオキシグルコース) は、悪性腫瘍検査に用いられる。

D [^{90}Y]抗 CD20 抗体は、B 細胞悪性リンパ腫の治療に用いられる。

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

問 2 標識化合物とその用途として、正しいものの組合せは次のうちどれか。

A [^{14}C]チミジン — DNAの合成量の測定

B [^{35}S]メチオニン — タンパク質の合成量の測定

C [^{51}Cr]クロム酸ナトリウム — 赤血球の寿命の測定

D [^{125}I]5-ヨード-2'-デオキシウリジン — RNAの合成量の測定

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

問 3 10 Gyの γ 線急性全身被ばくによって24時間以内に発生することを想定すべき症状として正しいものの組合せは次のうちどれか。

A 下痢

B 意識障害

C おう嘔吐

D 下血

E 死亡

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

問4 ヒトが γ 線急性全身被ばくを受け、治療を行わなかった場合の線量、死亡時期と死因の關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。

- A 1 Gyの全身被ばくにより60日程度で腸死となる。
- B 5 Gyの全身被ばくにより30日程度で骨髓死となる。
- C 20 Gyの全身被ばくにより10日程度で腸死となる。
- D 30 Gyの全身被ばくにより7日程度で中枢神経死となる。
- E 100 Gyの全身被ばくにより3日程度で腸死となる。

- 1 AとD 2 AとE 3 BとC 4 BとE 5 CとD

問5 ヒトが全身に5 Gyの急性 γ 線被ばくをうけた場合、末梢^{しよ}血中の次の血球成分のうち、最も早期に減少するものはどれか。

- 1 赤血球
- 2 リンパ球
- 3 好中球
- 4 好酸球
- 5 血小板

問6 原爆被爆者の疫学調査で、次の部位のうち発がんの過剰相対リスクが最も高いものはどれか。

- 1 肝臓
- 2 直腸
- 3 胃
- 4 女性乳房
- 5 子宮

問7 皮膚の薄い身体部位において、皮膚の表面から基底細胞層までの平均的深さとして最も適切なものは次のうちどれか。

- 1 5 - 10 μm
- 2 30 - 300 μm
- 3 500 - 1,000 μm
- 4 2 - 4 mm
- 5 5 - 15 mm

問8 自然放射線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 宇宙線による被ばくの実効線量は、高度が同じであれば緯度が高いほど大きい。
- B 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。
- C 日本での公衆の1人当たりの自然放射線被ばくの年間実効線量において、吸入摂取による内部被ばくの寄与は、世界平均より大きい。
- D 日本での公衆の1人当たりの自然放射線被ばくの年間実効線量において、経口摂取による内部被ばくに最も大きく寄与している核種は、 ^{14}C である。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問9 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 全世界の原子力施設からのトリチウムの年間排出量合計は、宇宙線による自然界の年間生成量より少ない。
- B 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トリチウムである。
- C 大気圏内核実験に起因する1人当たりの年間被ばくの実効線量の世界平均が約0.1 mSvとなった時期がある。
- D 現在の1人当たりの年間被ばくの実効線量の世界平均において、大気圏内核実験に起因する被ばくの寄与は、原子力発電による被ばくの寄与より大きい。

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

問10 骨髄に吸収線量が0.5 mGyのβ線による被ばく、肝臓に吸収線量が0.05 mGyのα線による被ばくがあった場合を想定する。このときの実効線量[mSv]として、最も適切な値は次のうちどれか。ただし、骨髄及び肝臓の組織加重係数を、それぞれ0.12、0.04とし、他の放射線による被ばく、及び他の組織・臓器への被ばくは考えないものとする。

- 1 0.062
- 2 0.08
- 3 0.10
- 4 0.16
- 5 0.32

問11 食品1 kg中に含まれるカリウム40の放射能濃度[Bq・kg⁻¹]が、少ない順に正しく並べられたものは、次のうちどれか。

- 1 トウモロコシ油 < うるち米 < ジャガイモ < 素干し昆布
- 2 うるち米 < トウモロコシ油 < 素干し昆布 < ジャガイモ
- 3 ジャガイモ < 素干し昆布 < うるち米 < トウモロコシ油
- 4 素干し昆布 < うるち米 < トウモロコシ油 < ジャガイモ
- 5 素干し昆布 < トウモロコシ油 < ジャガイモ < うるち米

問12 次の放射性核種のうち、骨親和性核種として正しいものの組合せはどれか。

- A ³²P
 - B ⁵⁵Fe
 - C ⁹⁰Sr
 - D ²²⁶Ra
- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問13 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 乾燥状態にすると直接作用が主となる。
- B 温度を下げると直接作用の寄与が大きくなる。
- C グルタチオンは間接作用を減少させる。
- D 酸素分圧が低くなると間接作用の寄与が小さくなる。

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

問14 1 Gyの γ 線を培養細胞に照射するときに、1細胞あたりに生じるDNA 2本鎖切断の数量を減らすものの組合せは次のうちどれか。

- A 温度を下げる。
- B 酸素分圧を上げる。
- C エチルアルコールを加える。
- D BrdU(5-ブロモデオキシウリジン)を加える。

1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問15 生体物質の水溶液への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 水素ラジカルはDNAなどの生体分子からの水素引き抜き反応を起こす。
- B スーパーオキシドラジカルの平均寿命はヒドロキシルラジカルの平均寿命より短い。
- C 水和電子には還元作用がある。
- D ヒドロキシルラジカルはDNA 1本鎖切断を引き起こさない。

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問16 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 DNA-タンパク質間架橋は電離放射線に特有の損傷である。
- B DNA 2本鎖切断は電離放射線に特有の損傷である。
- C γ 線によるDNA 2本鎖切断の収率はチミン塩基損傷の収率より小さい。
- D γ 線によるDNA-タンパク質間架橋の収率はDNA 2本鎖切断の収率より大きい。

1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問17 急性 γ 線被ばくによる精巣および精子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 精子形成過程で最も放射線致死感受性が高いのは精原細胞である。
- B 精子形成過程で最も突然変異誘発率が高いのは精原細胞である。
- C 精原細胞はセルトリ細胞よりも放射線致死感受性が高い。
- D 精巣に1 Gyを被ばくした場合、被ばく直後から不妊を生じる。

1 AとC 2 AとD 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問18 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 染色体DNAの断片化が起こる。
- B 染色質（クロマチン）の凝縮が観察される。
- C ミトコンドリアの膜電位が変化する。
- D 正常p53タンパク質によって抑制される。

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

問19 放射線によ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 染色体型異常では相同染色体の同じ位置に異常が見られる。
- B 染色分体型異常では姉妹染色分体の同じ位置に異常が見られる。
- C G_1 期の被ばくでは主に染色体型異常が生じる。
- D G_2 期の被ばくでは主に染色分体型異常が生じる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問20 放射線によ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 二動原体染色体は不安定型異常に分類される。
- B 転座は安定型異常に分類される。
- C 転座に比べて二動原体染色体の方が、被ばく後早期の線量推定によく用いられる。
- D 二動原体染色体に比べて転座の方が、がんの原因となる可能性が高い。

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

- 問21** 正常ヒト線維芽細胞に4 Gyの γ 線照射を行った場合、次の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。ただし、特に断わらない場合、線量率は $1 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ で、1回で照射を行うものとする。
- A 1回で4 Gy照射した場合、2時間の間隔を空けて2 Gyずつ照射した場合に比べて生存率が高い。
 - B $1 \text{ Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ の線量率で照射した場合、 $1 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ の線量率で照射した場合に比べて生存率が高い。
 - C 無酸素下で照射した場合、通常酸素濃度下で照射した場合に比べて生存率が高い。
 - D 炭素イオン線（ブラッグピーク部）を4 Gy照射した場合に比べて生存率が高い。
- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

- 問22** 直線-二次曲線(LQ)モデル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 細胞生存率曲線を片対数グラフ上に描くと、線量が大きくなるにつれて直線に近づく。
 - B α/β 比が大きいほど分割照射の影響が大きい。
 - C 早期反応は晩期反応に比べて α/β 比が大きい。
 - D 原爆被爆者における被ばく線量と白血病の過剰絶対リスクの関係は、直線モデルより直線-二次曲線(LQ)モデルによくあてはまる。
- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

- 問23** γ 線によるヒトの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 発がんリスクは、幼児期の被ばくと比較して高い。
 - B 受精後8日までに2.0 Gy被ばくすると胚死亡が増加する。
 - C 受精後1月に2.0 Gy被ばくすると奇形発生が増加する。
 - D 受精後3月に1.0 Gy被ばくすると精神発達遅滞が増加する。
- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問24 次の放射線障害のうち、主に毛細血管の閉塞によるものの組合せはどれか。

- A 放射線脊髄症
- B 白内障
- C 男性の一時不妊
- D 皮膚の晩発性難治性潰瘍
- E 消化管穿孔^{せん}

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

問25 ヒトの自然突然変異の頻度を1世代、1遺伝子座位当たり 2.95×10^{-6} 、および放射線誘発突然変異の頻度を1世代、1遺伝子座位当たり $3.6 \times 10^{-6} \text{ Gy}^{-1}$ としたとき、放射線誘発突然変異の倍加線量[Gy]として、最も近い値は次のうちどれか。

- 1 0.65
- 2 0.82
- 3 1.22
- 4 1.64
- 5 1.80

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 マウス実験で見られた放射線誘発突然変異は、潜性(劣性)が多い。
- B マウス実験では、遺伝性(的)影響の線量率効果は認められていない。
- C 倍加線量が小さいほど、遺伝性(的)影響が起りやすいことを意味する。
- D 原爆被爆者の追跡調査において、遺伝性(的)影響の有意な増加は確認されていない。

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

問27 毛細血管拡張性運動失調症およびその原因遺伝子から作られるATMタンパク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 毛細血管拡張性運動失調症は常染色体潜性（劣性）遺伝様式を示す。
- B 毛細血管拡張性運動失調症の患者は高発がん性を示す。
- C 毛細血管拡張性運動失調症の患者由来の線維芽細胞は細胞周期チェックポイントに異常を示す。
- D ATMタンパク質はp53タンパク質などをリン酸化する酵素活性を持つ。

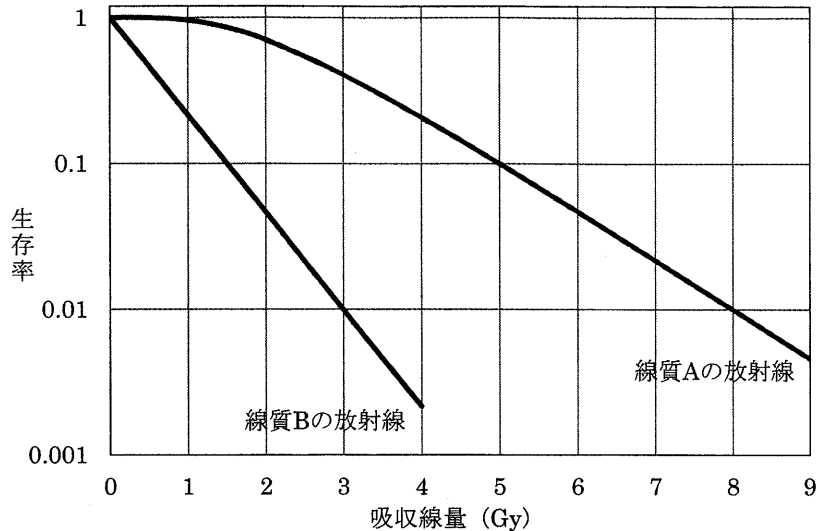
1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問28 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 高LET放射線は、低LET放射線よりも細胞致死作用の線量率効果が小さい。
- B ブラッグピークを示す放射線は、すべて高LET放射線である。
- C LETが大きいほどRBEは大きくなる。
- D 高LET放射線は、低LET放射線よりも生存率曲線の肩が小さい。

1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問29 培養ヒト線維芽細胞に対して線質Aの放射線と線質Bの放射線を照射した後の生存率を求めたところ、下のグラフの結果を得た。線質Aの放射線を基準放射線としたとき、生存率が0.01および0.1のときの線質Bの放射線の生物学的効果比（RBE）について、最も適切な値の組合せは次のうちどれか。



	生存率0.01のRBE	生存率0.1のRBE
1	0.4	0.3
2	0.4	3.3
3	2.7	0.3
4	2.7	3.3
5	40	0.3

問30 放射線を用いたがんの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 重粒子線は低酸素環境のがん細胞にも有効である。
- B 電子線は表在性腫瘍よりも深在性腫瘍の治療に適している。
- C ^{192}Ir は密封小線源として用いられる。
- D ^{223}Ra は核医学治療（内用療法）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 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4種類があり、そのうちグアニンは向かい合った鎖の□ A □と□ B □個の□ C □結合で結ばれ、塩基対を形成する。下の図1のa～fのうち、グアニンと□ A □との塩基対を正しく表しているのは□ D □である。ただし、図1では炭素原子および炭素原子に直接結合した水素原子は省略してある。また、二重の波線はデオキシリボースに結合していることを示す。

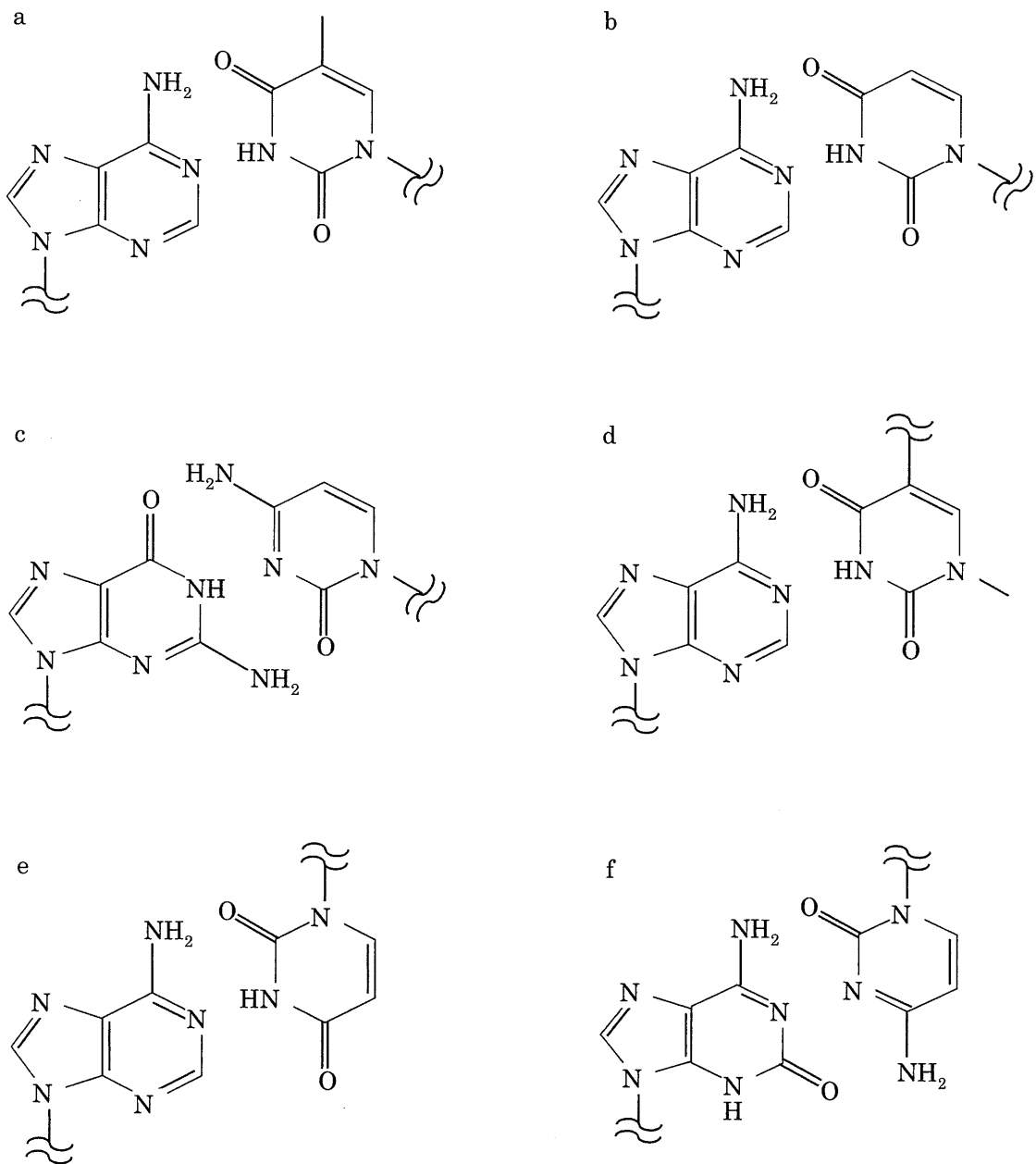


図1

< Aの解答群 >

- | | | | |
|---------|--------|--------|--------|
| 1 アデニン | 2 アラニン | 3 イノシン | 4 ウラシル |
| 5 システイン | 6 シトシン | 7 チミン | 8 チロシン |

< Bの解答群 >

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 1 | 2 2 | 3 3 | 4 4 | 5 5 |
|-----|-----|-----|-----|-----|

< Cの解答群 >

- | | | |
|------------|---------|-------------|
| 1 アミド | 2 グリコシル | 3 高エネルギーリン酸 |
| 4 水素 | 5 疎水 | 6 ペプチド |
| 7 リン酸ジエステル | | |

< D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 2本鎖切断は最も重篤な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 2本鎖切断が生じる。DNA 2本鎖切断の 修復に関わるDNA依存性プロテインキナーゼ触媒サブユニット(DNA-PKcs)遺伝子に変異を有するマウスやヒトは細胞の放射線致死高感受性に加え、 機能の異常を呈する。これはV(D)J組換えと呼ばれる 遺伝子の再編成過程において が関わるためである。

< Eの解答群 >

- | | | | |
|-----|------|-------|---------|
| 1 4 | 2 40 | 3 400 | 4 4,000 |
|-----|------|-------|---------|

< Fの解答群 >

- | | | |
|------------|-----------|--------|
| 1 相同組換え | 2 非相同末端結合 | 3 塩基除去 |
| 4 ヌクレオチド除去 | 5 ミスマッチ | 6 SOS |

< Gの解答群 >

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

< Hの解答群 >

- | | | |
|----------|----------------|--------|
| 1 サイトカイン | 2 ステロイドホルモン受容体 | 3 ヒストン |
| 4 抗体 | 5 神経伝達物質受容体 | 6 増殖因子 |

III 細胞の放射線致死高感受性と 機能の異常を呈するヒト遺伝病の原因遺伝子の1つとして Artemis と呼ばれるものがある。Artemis 遺伝子から作られるメッセンジャーRNA(mRNA)とタンパク質をそれぞれ Artemis mRNA、Artemis タンパク質と呼ぶことにする。

なお、以下において、タンパク質のアミノ酸の数え方は、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、以下、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、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、以下、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1はコドンとアミノ酸と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1

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		終止コドン	UAA	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		
	G	AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		アルギニン
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			

ヒト遺伝病患者で見られる Artemis 遺伝子の変異の1つに Artemis mRNA の173番のCがUに変化するものがある。図2は正常な Artemis mRNA の171番から180番までの塩基配列を示したものである。正常な Artemis タンパク質では、 個目のアミノ酸は であるが、この変異を持つ mRNA から作られるタンパク質では、 個目のアミノ酸は である。このような変異を 変異という。

G A C U A A G G A G

図2

また、別の例として、Artemis mRNA の759番のGが欠失するものがある。図3は正常な Artemis mRNA の751番から850番までの配列を示したものである。なお、塩基の番号を数えやすいように10塩基ごとに空白を挿入している。この変異を持つ mRNA から作られるタンパク質は 個目のアミノ酸まで正常 Artemis タンパク質と同じ配列を持つが、そこからアミノ酸配列が

大きく異なり、K個のアミノ酸からなるタンパク質が作られる。このような変異をエ変異という。

751番から780番まで CAUCCCAAGG CAGAGGAAUA UUUUCAGUGG
 781番から810番まで AGCAAUUAAC CCUGUGGAAU UACUUCAGGA
 811番から840番まで AAUAGAAUUC CACUCCACAU AAUCAGCAUU
 841番から850番まで AAGCCAUCCA

図3

< I の解答群 >

- | | | | | |
|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 57 | 2 58 | 3 59 | 4 60 | 5 171 |
| 6 172 | 7 173 | 8 174 | 9 175 | 10 517 |
| 11 518 | 12 519 | 13 520 | | |

< ア、イの解答群 >

- | | | |
|-------------|----------|------------|
| 1 アラニン | 2 アスパラギン | 3 アスパラギン酸 |
| 4 イソロイシン | 5 グリシン | 6 グルタミン |
| 7 グルタミン酸 | 8 システイン | 9 セリン |
| 10 チロシン | 11 トレオニン | 12 トリプトファン |
| 13 フェニルアラニン | 14 リシン | 15 ロイシン |

< ウ、エの解答群 >

- | | | |
|-----------|-------------|---------|
| 1 サイレント | 2 ナンセンス | 3 ミスセンス |
| 4 フレームシフト | 5 トランスバージョン | |

< J、Kの解答群 >

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 252 | 2 253 | 3 254 | 4 276 | 5 277 |
| 6 758 | 7 759 | 8 760 | 9 831 | 10 832 |
| 11 2,277 | 12 2,280 | 13 2,283 | 14 2,302 | 15 2,305 |

問 32 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。ただし、解答群の選択肢は必要に応じて 2 回以上使ってもよい。

I 細胞は分裂を繰り返して増殖しており、分裂から次の分裂までの期間を細胞周期と呼ぶ。細胞周期のうち、クロマチンが凝縮して染色体となり細胞が 2 つに分裂する時期を M 期（分裂期）、M 期の終了から次の M 期の開始までの期間を間期と呼ぶ。間期はさらに細分され DNA を [A] する時期を S 期、S 期の前の時期を G_1 期、S 期の後の時期を G_2 期と呼ぶ。細胞の放射線致死感受性はこの周期の中で大きく変化する。培養ヒト正常細胞に γ 線を $1 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ の線量率で照射した場合、M 期が最も感受性が [ア] く、S 期の後半から G_2 期は最も感受性が [イ] い。これは DNA 修復能の変化と関係すると考えられている。実際に DNA 2 本鎖切断の修復に働く機構の 1 つである [B] が細胞周期全体で働くのに対し、S 期後半から G_2 期ではこれに加えて [C] も働くことが分かっている。これは [C] が修復時の鋳型として、傷害部分と相同な配列を持つ DNA 鎖を必要とするためである。相同な配列を持つ DNA 鎖としては主として [D] が用いられる。ヒト正常細胞では一般的に細胞周期の中で [ウ] または G_0 期（休止期若しくは静止期）に存在する細胞の割合が高いことから、この 2 種類の DNA 2 本鎖切断修復機構のうち [E] のほうが主体となる。

< A ~ E の解答群 >

- | | | |
|-----------|--------------|-------------------|
| 1 複製 | 2 転写 | 3 翻訳 |
| 4 複写 | 5 相同組換え修復 | 6 非相同末端結合修復 |
| 7 塩基除去修復 | 8 ヌクレオチド除去修復 | 9 ミスマッチ修復 |
| 10 SOS 修復 | 11 相同染色体 | 12 cDNA (相補的 DNA) |
| 13 姉妹染色分体 | 14 二動原体染色体 | |

< ア、イの解答群 >

- | | |
|-----|-----|
| 1 高 | 2 低 |
|-----|-----|

< ウの解答群 >

- | | | | |
|-----------|-----------|-------|-------|
| 1 G_1 期 | 2 G_2 期 | 3 S 期 | 4 M 期 |
|-----------|-----------|-------|-------|

II 放射線被ばく後の細胞死の様式として、**F**と**G**に分類することがある。M期を経てから死ぬことを**F**と呼び、M期に至る前の間期に死ぬことを**G**という。培養ヒト正常線維芽細胞が数 Gy 程度被ばくした場合にはこれらのうち**H**が主となる。生体の組織では一般に細胞増殖が盛んで細胞の入れ替わりの激しい腸上皮のような組織に比べて、筋肉のように分裂頻度の低い組織は放射線に対する感受性が**エ**い。同じ組織の中でも幹細胞に比べて、分裂していない機能細胞は、放射線致死感受性が**オ**いことが多い。しかしながら、末梢血リンパ球は、分裂していない機能細胞であるにもかかわらず放射線致死感受性が**カ**い。これは、**I**という能動的な死の機構が被ばくをきっかけとして発現するためである。

< F～Hの解答群 >

- | | | |
|------------|----------|-------------|
| 1 オートリシス | 2 アポトーシス | 3 分裂死 |
| 4 ネクローシス | 5 間期死 | 6 ファゴサイトーシス |
| 7 ピノサイトーシス | | |

< エ～カの解答群 >

- | | |
|-----|-----|
| 1 高 | 2 低 |
|-----|-----|

< Iの解答群 >

- | | | |
|----------|-------------|------------|
| 1 オートリシス | 2 アポトーシス | 3 ピノサイトーシス |
| 4 ネクローシス | 5 ファゴサイトーシス | |

