

令和 3 年度 放射線取扱主任者試験

正誤票

試験日 試験区分	令和3年8月19日 2時限目 (13:30~15:20) <u>第1種</u> 第2種
課目	生物学
誤記内容	ページ: 13 問題番号: 31 II 変異3についての記述の4行目 ・誤 1,811番から <u>1,940</u> 番まで ・正 1,811番から <u>1,840</u> 番まで

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。

問4 次の細胞のうち、10 Gyの急性 γ 線全身被ばく1週間後の細胞生存率が最も高いものはどれか。

- 1 リンパ球
- 2 小腸クリプト細胞
- 3 皮膚基底細胞
- 4 心筋細胞
- 5 血管内皮細胞

問5 γ 線急性全身被ばく後の初期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 0.5 Gy被ばく後1～2時間では吐き気などの自覚症状は無い。
- B 3 Gy被ばく後1～2時間で50%以上に重度の頭痛がみられる。
- C 3 Gy被ばく後1～2時間で50%以上に嘔吐がみられる。
- D 5 Gy被ばく後1～2時間で50%以上に発熱がみられる。

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

問6 放射線被ばく後の組織反応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、分割感度とは等効果放射線線量の分割当たりの線量に対する依存性のことをいう。

- A α/β 比は、早期の組織反応よりも晩発性の組織反応の方が大きい傾向にある。
- B 組織反応の分割感度は、早期の組織反応よりも晩発性の組織反応で高い傾向にある。
- C 亜致死損傷からの回復は、早期の組織反応よりも晩発性の組織反応で小さい。
- D 組織反応の分割感度は、低LET放射線よりも高LET放射線で低い。
- E 脊髄は晩発反応組織である。

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

問7 次の臓器のうち、原爆被爆者の疫学調査結果から、がんによる死亡の線量当たりの過剰相対リスクが最も高いと考えられている臓器はどれか。

- 1 膵臓
- 2 女性乳房
- 3 肺
- 4 前立腺
- 5 胃

問8 ヒトの γ 線急性全身被ばくによる次の障害のうち、症状の出現までの時間が最も長いものはどれか。

- 1 顆粒球減少
- 2 女性の不妊
- 3 急性消化管潰瘍
- 4 皮膚の湿性落屑
- 5 白内障

問9 次の記述のうち、正しいものはどれか。

- 1 確率的影響では被ばく線量の増加とともに重篤度が増す。
- 2 急性障害には確率的影響は無い。
- 3 胎児期被ばくによる奇形の発生は遺伝性(的)影響である。
- 4 晩発障害はすべて確率的影響である。
- 5 しきい線量を超える被ばくでは必ず確定的影響(組織反応)が起こる。

問10 γ 線急性被ばくで起こる障害のしきい線量として、正しいものの組合せは次のうちどれか。

- | | | | |
|---|-----------|---|---------|
| A | 男性の一時的不妊 | — | 約0.1 Gy |
| B | 白内障(視力障害) | — | 約0.5 Gy |
| C | 造血機能低下 | — | 約0.5 Gy |
| D | 急性肺炎 | — | 約15 Gy |

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

問11 放射線被ばく後の早期反応に該当するものの組合せは次のうちどれか。

- A 腎不全
- B 小腸狭窄症
- C 造血機能障害
- D 甲状腺機能低下
- E 口腔乾燥症

- 1 AとB 2 AとC 3 BとD 4 CとE 5 DとE

問12 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 銀河宇宙線に含まれる陽子のエネルギーは主に1 MeV程度である。
- B 大気中の分子との破砕反応により ^3H が生じる。
- C 地表での宇宙線由来の線量率の50%以上がミュー粒子による寄与である。
- D 日本上空の旅客機の飛行高度(11 km)での宇宙線による線量率は約 $20 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ である。

- 1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

問13 UNSCEAR2008年報告書での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 放射線治療による患者の被ばくは含まれない。
- B 自然放射線による年間集団実効線量よりも小さい。
- C 核医学診断による年間集団実効線量に比べて、X線診断による年間集団実効線量の方が大きい。
- D X線診断による年間集団実効線量のうちでCTによる寄与は約10%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14 標準的な人（体重 70 kg で 0.32 g の Rb を含むと仮定する）に含まれる ^{87}Rb の放射能[Bq]として、最も近い値は次のうちどれか。ここで、Rb の原子量を 85.5、 ^{87}Rb の同位体存在度を 27.8%、半減期を 4.97×10^{10} 年とする。

- 1 0.3
- 2 3
- 3 30
- 4 300
- 5 3,000

問15 ラジカ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 基底状態の酸素分子（三重項酸素）はラジカルである。
- B 一重項酸素はラジカルである。
- C 過酸化水素（ H_2O_2 ）はラジカルではない。
- D スーパーオキシドアニオンラジカルは DNA に対して酸化剤として作用する。
- E 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 ABDのみ 2 ABEのみ 3 ACDのみ 4 BCEのみ 5 CDEのみ

問16 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 X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 乾燥した酵素の X線による不活性化における寄与は、直接作用よりも大きい。
- C 直接作用に比べて、温度の影響を受けやすい。
- D 酵素溶液を照射する場合、溶液中の全酵素分子数に対する不活性化酵素分子数の割合は、酵素分子の濃度の増加とともに増加する。

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

問17 ヒト培養細胞の放射線致死感受性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。ただし、 $760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ である。

- A X線に比べてLETが $100 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ の炭素イオン線で小さい。
 - B X線の酸素増感比は2.5~3である。
 - C X線照射30分前に酸素分圧を 3 mmHg から 30 mmHg に上げる場合、 30 mmHg から 155 mmHg に上げる場合に比べて、放射線致死感受性の変化が大きい。
 - D X線照射30分前に酸素分圧を 3 mmHg から 30 mmHg に上げる場合、X線照射30分後に酸素分圧を 3 mmHg から 30 mmHg に上げる場合に比べて、放射線致死感受性の変化が大きい。
- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問18 ヒト体細胞における放射線によるDNA 2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、相同染色体を用いて行われる。
 - B 相同組換えによる修復は、 G_1 期においては行われない。
 - C 非相同末端結合による修復は、 G_2 期においては行われない。
 - D 非相同末端結合による修復は、相同組換えによる修復に比べて誤りを起こしやすい。
- 1 ACDのみ 2 ABのみ 3 ACのみ 4 BDのみ 5 BCDのみ

問19 ヒト体細胞における放射線照射による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DNA 2本鎖切断の数は、1細胞当たり約40個である。
 - B γ 線を 1 Gy 照射した場合に生じるDNA 1本鎖切断の数は、DNA 2本鎖切断よりも多い。
 - C γ 線を 1 Gy 照射した場合に生じるDNA 1本鎖切断の数は、照射1時間前にジメチルスルホキシドを添加することで増加する。
 - D 炭素イオン線 ($100 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$) 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DNA 2本鎖切断の数が多。
- 1 ABCのみ 2 ABDのみ 3 ACDのみ 4 BCDのみ 5 ABCDすべて

問20 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の断片化が観察される。
- B クロマチンの凝縮が観察される。
- C 放射線によってのみ誘発される。
- D p53遺伝子の機能が失われた細胞では、p53遺伝子の機能が正常な細胞に比べ、放射線誘発アポトーシスは起こりにくくなる。

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

問21 男性由来のヒト細胞では、X染色体上にある*HPRT*遺伝子に変異が生じると、薬剤6-チオグアニン(6-TG)の存在下でも増殖可能となる。ある男性由来ヒト培養細胞で、放射線が*HPRT*遺伝子に変異を誘発した頻度を求めるために次のような実験を行った。まず対照群として、非照射の細胞100個を6-TGを含まない培養用シャーレにまいて培養したところ、1つの増殖可能な細胞に由来する細胞集団(コロニー)が80個得られ、 10^7 個を6-TGを含むシャーレで培養したところ、コロニーが8個得られた。一方、この細胞に γ 線を1 Gy照射して、6-TGを含まないシャーレに100個、6-TGを含むシャーレに 10^7 個まいて培養したところ、それぞれ60個、90個のコロニーが得られた。このとき、1 Gyの γ 線が誘発した変異の頻度として、最も近い値は次のうちどれか。

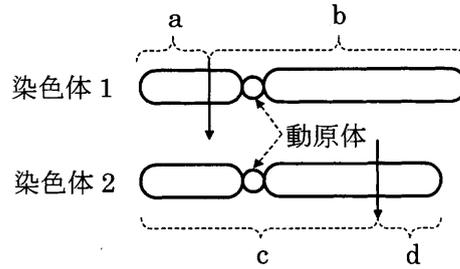
- 1 1.0×10^{-6}
- 2 8.2×10^{-6}
- 3 9.0×10^{-6}
- 4 1.4×10^{-5}
- 5 1.5×10^{-5}

問22 γ 線急性全身被ばくを受けた人の末梢血リンパ球におけ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。なお、ヒト末梢血リンパ球は G_0 期にある。

- A 被ばく直後に採取された末梢血リンパ球で二動原体染色体を評価すると、その頻度は線量に対し直線-2次曲線(LQ)モデルに従う。
- B 環状染色体は、被ばく後の時間経過に伴い減少する。
- C 相互転座は、被ばくから数十年経過後における線量推定に用いることができる。
- D ヒト末梢血リンパ球では、染色体型の染色体異常が生じる。

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

問23 下の図の2本の染色体において、実線矢印の位置でDNA 2本鎖切断が生じてaからdまでの断片が生じたとする。誤って結合されたときに転座を生じる断片の組合せは、次のうちどれか。



- A a-c
- B a-d
- C b-c
- D b-d

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問24 γ線によ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。なお、マウスの妊娠期間は21日、受精卵は受精後4.5日で着床するものとする。

- A ヒトにおける重度精神遅滞の発生リスクは、受胎後8週から15週での被ばくの方が16週から25週よりも高い傾向にある。
- B マウスでは受精後4日に0.5 Gy照射した場合、胚死亡（吸収）の増加がみられる。
- C ヒトでは受胎後4週に0.5 Gy被ばくした場合、奇形の増加がみられる。
- D ヒトにおける胎児期の被ばくによる発がんリスクは、幼児期の被ばくによる発がんリスクより高い。

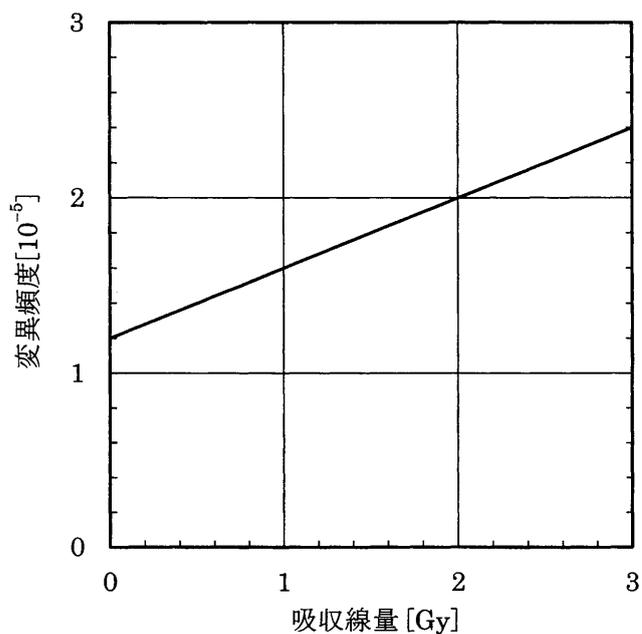
- 1 ABCのみ 2 ABのみ 3 ADのみ 4 CDのみ 5 BCDのみ

問25 放射線の遺伝性（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 ICRP2007年勧告ではヒトの倍加線量として1 Gyを採用している。
- B 倍加線量が大いほど遺伝性（的）影響のリスクが高い。
- C マウスを用いた実験では、低線量率照射での遺伝性（的）影響のリスクは高線量率照射の約2倍である。
- D 原爆被爆者では、遺伝性（的）影響の有意なリスク増大は認められていない。

- 1 AとB 2 AとC 3 AとD 4 BとD 5 CとD

問26 ヒトの自然変異頻度は1世代、1遺伝子座位当たりの平均値として 3.0×10^{-6} と推定されている。 γ 線照射したマウスの仔において、1遺伝子座位当たりの平均放射線誘発変異頻度として下のグラフのようなデータが得られたとする。ヒトにおける線量当たりの放射線誘発変異頻度がマウスのこのデータと同じと仮定したとき、推定される倍加線量[Gy]として、最も近い値は次のうちどれか。



- 1 0.75
- 2 1.0
- 3 1.25
- 4 1.5
- 5 3.0

問27 細胞核を10個の高エネルギー炭素イオン（線）が通過して、 $100 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ の平均LETで長さ $10 \mu\text{m}$ にわたってエネルギーを付与した場合、この細胞核の吸収線量[Gy]として、最も近い値は次のうちどれか。ここで、細胞核を1辺 $10 \mu\text{m}$ の立方体、その密度を $1.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ と仮定する。

- 1 1.6×10^{-4}
- 2 1.6×10^{-3}
- 3 1.6×10^{-2}
- 4 1.6×10^{-1}
- 5 1.6×10^0

問28 陽子（線）、炭素イオン（線）、中性子（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 水中でのLETが $100 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ の炭素イオン（線）は、 $10 \text{ keV} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ の炭素イオン（線）と比べて細胞致死効果のRBEが大きい。

B 陽子（線）、炭素イオン（線）、中性子（線）はすべて宇宙線に含まれる。

C 陽子（線）、炭素イオン（線）、中性子（線）はすべてブラッグピークを形成する。

D 陽子（線）、炭素イオン（線）、中性子（線）はすべてがん治療に利用されている。

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

問29 α 線（粒子）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 平均吸収線量が低い場合、細胞に当たる数が、多数の細胞で0、少数の細胞で複数になることがある。

B ICRP2007年勧告における放射線加重係数の勧告値は20である。

C 6.8 MeVの α 線（粒子）の生体内での平均の飛程は約3 mmである。

D ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）の細胞致死効果に寄与する。

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

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 陽子線は重粒子線よりも同一の吸収線量での細胞致死効果が高い。

B ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）では、速中性子線を照射する。

C ^{131}I -MIBG（メタヨードベンジルグアニジン）は悪性褐色細胞腫の核医学治療（内用療法）に用いられる。

D 前立腺がんに対する小線源治療の際に、 ^{125}I が用いられる。

1 AとB 2 AとC 3 BとC 4 BとD 5 CとD

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 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、リン酸基、塩基から構成される。一方、RNA はリボース、リン酸基、塩基から構成される。図は RNA を構成するリボースの構造を示したものである。ただし、炭素原子に直接結合している水素原子は省略してある。リボースを構成する炭素原子は図のように 1' から 5' の番号を付けて区別する。DNA を構成するデオキシリボースでは A の炭素原子に結合したヒドロキシ基(-OH)が水素原子に置き換わっている。また、塩基と結合するのは B の炭素原子である。 C と D の炭素原子に結合したヒドロキシ基はリン酸基とエステル結合を形成する。DNA 複製や転写などにおける DNA 鎖および RNA 鎖の合成(伸長)は C から D の方向に進行する。

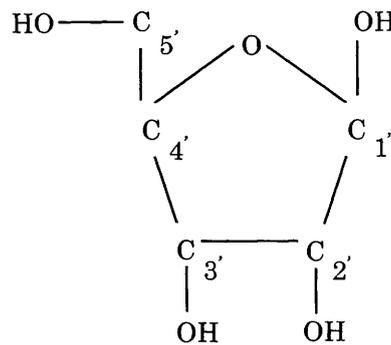


図 RNA を構成するリボースの構造

DNA1 本鎖切断、2 本鎖切断の修復において、DNA 末端は最終的に DNA リガーゼによって結合される。DNA リガーゼによる結合の際には、 C 側の末端にはリン酸基が E。また、 D 側の末端にはリン酸基が F。末端の形状がこれと異なる場合には、ポリヌクレオチドキナーゼ・ホスファターゼなどによる整形が行われる。

ヒトやマウスには数種類の DNA リガーゼが存在することが知られている。このうち、DNA2 本鎖切断の非相同末端結合による修復に関わる DNA リガーゼ IV の遺伝子に変異を有する遺伝病患者では、 G 機能の異常がしばしば認められる。これは、V(D)J 組換えとよばれる H 遺伝子の再編成過程に非相同末端結合が関わるためである。

< A ~ D の解答群 >

- 1 1' 2 2' 3 3' 4 4' 5 5'

< E、F の解答群 >

- 1 あってはならない 2 なければならない

<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 イオンチャンネル 2 サイトカイン 3 ステロイドホルモン受容体
4 抗体 5 神経伝達物質受容体 6 増殖因子

II 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		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	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	

下にヒト遺伝病患者に見られる DNA リガーゼ IV 遺伝子の変異の例と変異部位周辺の mRNA の塩基配列を示す。なお、置換された、あるいは欠失した塩基を下線で示す。また、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。

変異 1 mRNA の 833 番の G が A に置換

831番から840番まで ACGGAUGCAA

変異 2 mRNA の 1,271 番から 1,275 番の 5 つの塩基(AAAGA)が欠失

1,261番から1,290番まで GCAAUAGUA AAAGAGAAGA GGGAAUUAUG

1,291番から1,320番まで GUAAAACAAC CUCUAUCCAU CUACAAGCCA

1,321番から1,350番まで GACAAAAGAG GUGAAGGGUG GUUAAAAAUU

変異 3 mRNA の 1,762 番から 1,764 番の 3 つの塩基(AAG)が欠失

1,751番から1,780番まで UAAGAGAUGA CAAGGGAGUGG CAUGAGUGCA

1,781番から1,810番まで UGACCCUGGA CGACCUAGAA CAACUUAGGG

1,811番から1,940番まで GGAAGGCAUC UGGUAAGCUC GCAUCUAAAC

変異 4 mRNA の 2,440 番の C が U に置換

2,436番から2,445番まで GUUUCGACGC

変異 1 から変異 4 の中で、アミノ酸のうち 1 個が別のアミノ酸に変化するものは である。正常なタンパク質では、 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。

また、フレームシフトを起こすものは である。この変異を持つ mRNA から作られるタンパク質は、 個目までは正常な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、 個のアミノ酸からなるタンパク質が作られる。

<ア、イの解答群>

1 変異 1 2 変異 2 3 変異 3 4 変異 4

< I の解答群 >

1 277	2 278	3 423	4 424	5 587
6 588	7 813	8 814	9 832	10 833
11 1,270	12 1,761	13 2,439	14 2,440	

< J、Kの解答群 >

- | | | | |
|-----------|----------|---------|-------------|
| 1 アスパラギン酸 | 2 アラニン | 3 アルギニン | 4 イソロイシン |
| 5 グルタミン酸 | 6 システイン | 7 セリン | 8 チロシン |
| 9 トレオニン | 10 ヒスチジン | 11 バリン | 12 フェニルアラニン |
| 13 プロリン | 14 ロイシン | 15 リシン | |

< Lの解答群 >

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|--------|
| 1 277 | 2 278 | 3 423 | 4 424 | 5 587 |
| 6 588 | 7 813 | 8 814 | 9 832 | 10 833 |
| 11 1,270 | 12 1,761 | 13 2,439 | 14 2,440 | |

< Mの解答群 >

- | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|--------|
| 1 295 | 2 296 | 3 442 | 4 443 | 5 606 |
| 6 607 | 7 832 | 8 833 | 9 851 | 10 852 |
| 11 1,290 | 12 1,780 | 13 2,440 | 14 2,460 | |

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。

I 培養細胞をいろいろな条件で照射して得られる致死効果の変化は、線量-生存率曲線(生存曲線)の変化として示される。生存曲線は、図に示したように放射線の吸収線量 D を線形表示で横軸に、生存率 S を対数表示で縦軸に表すことが多い。ある細胞を常温大気中で線量率 $1 \text{ Gy} \cdot \text{min}^{-1}$ の γ 線で照射したときの生存曲線を a とする。照射条件を大気中から低酸素状態に変えると、生存曲線は の方向に変化する。この低酸素条件の効果を定量的に表すのに が用いられ、このグラフの を酸素欠乏状態での生存曲線とすると、生存曲線 a における生存率 S_a のときの は と計算される。酸素欠乏状態の細胞(低酸素細胞)はがん組織中にも存在し、低 LET 放射線を用いたがんの放射線治療の効果を と考えられている。照射する放射線の中性子や重粒子線に変えると、生存曲線は の方向に変化する。放射線の線質による生物効果の違いを比較するために を用いる。このグラフの を着目する放射線の生存曲線、 a を基準放射線の生存曲線とすると、生存率 S_a のときの は で計算できる。 は致死効果以外の指標でも計算でき、放射線防護で用いられる を決めるときの基礎となっている。多くの培養細胞の生存曲線は $\ln S = -\alpha D - \beta D^2$ で近似できる。正常ヒト線維芽細胞に中性子線を照射した場合、 γ 線照射時と比べて α/β の値は 、生存曲線は直線に近くなる。

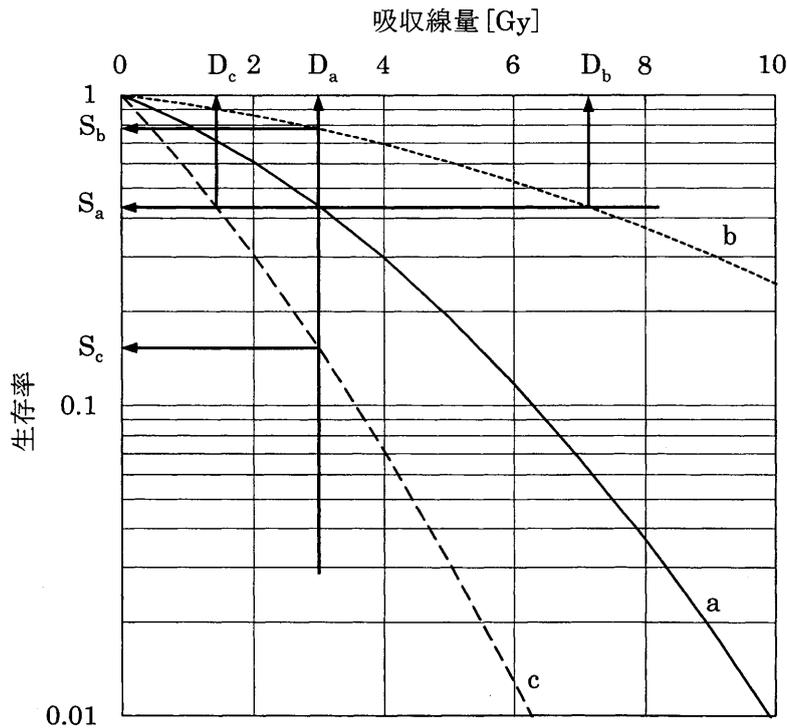


図 細胞の線量-生存率曲線

<ア～カの解答群>

- | | | |
|------------|-----------|--------------|
| 1 b | 2 c | 3 BER |
| 4 NER | 5 OER | 6 PLDR |
| 7 RBE | 8 SLDR | 9 線量・線量率効果係数 |
| 10 放射線加重係数 | 11 組織加重係数 | 12 上げる |
| 13 下げる | | |

<A、Bの解答群>

- | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 D_a/D_b | 2 D_a/D_c | 3 D_b/D_a | 4 D_c/D_a | 5 S_a/S_b |
| 6 S_a/S_c | 7 S_b/S_a | 8 S_c/S_a | | |

<キの解答群>

- | | | |
|---------|--------|---------|
| 1 大きくなり | 2 変わらず | 3 小さくなり |
|---------|--------|---------|

II 放射線被ばくによりもたらされる影響のうち があるものを確定的影響 (組織反応) と言い、そのうち、比較的高い線量で被ばくした数週間後までに臓器・組織に現れる障害を と言う。代表的な の 1 つである腸管死の場合、X 線や γ 線被ばくでの は Gy 程度である。腸管死は腸管を構成する細胞のうちの主に にある幹細胞の死が原因となって引き起こされる。I で述べたように細胞死は少線量の被ばくでも起きると考えられるのにもかかわらず、腸管死に が存在するのは、線量が少なく細胞死が少なければ臨床症状が現れないためと考えられる。 は臓器・組織によって異なる。被ばく線量が高いと、障害の重篤度は なる。また、X 線や γ 線被ばくでの被ばく線量が同じ場合、線量率が低くなると一般的に障害の重篤度は なる。

<ク～シの解答群>

- | | | |
|-------------|-----------------------|--------|
| 1 晩発障害 | 2 急性障害 | 3 組織線量 |
| 4 線量限度 | 5 しきい線量 | 6 照射線量 |
| 7 実効線量 | 8 ^{じゅう} 絨毛先端 | 9 クリプト |
| 10 ランゲルハンス島 | 11 低く | 12 等しく |
| 13 高く | | |

<Cの解答群>

- | | | | | |
|-------|-------|-----|-----|-----|
| 1 0.1 | 2 0.5 | 3 3 | 4 6 | 5 9 |
| 6 12 | | | | |

