

平成 27 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 17 ページ

化 学 18 ページ～ 31 ページ

生 物 32 ページ～ 54 ページ

地 学 55 ページ～ 65 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

生 物

注意 1. 志望学部・学科により、以下に示す番号の問題を解答すること。

志 望 す る 学 部 ・ 学 科	解 答 す る 問 題 番 号
教育学部 志望者のうち生物を選択する者	1 2 3 8
理 学 部 生物学科志望者	1 2 4 5 8 9
理 学 部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者	2 3 8 9
医 学 部 志望者のうち生物を選択する者	1 4 5 6
看護学部 志望者のうち生物を選択する者	4 5 7 9
工 学 部 志望者のうち生物を選択する者	1 2 5 7
園芸学部 志望者のうち生物を選択する者	1 2 3 および 8 と 9 のどちらかの4題について解答する。

2. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に、指定された方法で記入しなさい。

3. 園芸学部の志望者は、

8

 と

9

 のうちどちらか1題を選択し、選択した問題の解答用紙上部にある選択欄の「選択しました」の○印を黒く塗りつぶして●にしなさい。選択しなかった問題の解答用紙にも、受験番号と座席番号を所定欄に記入し、選択欄の「選択しませんでした」の○印を黒く塗りつぶして●にしなさい。（新教育課程固有の内容を出題することによる問題選択ではないので、自身の希望する問題を選択しなさい。）

8

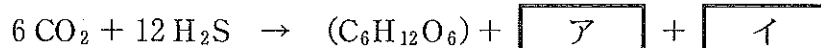
，

9

 との解答用紙はいずれも回収します。園芸学部以外の志望者は、解答用紙の選択欄を●に塗りつぶす必要はありません。

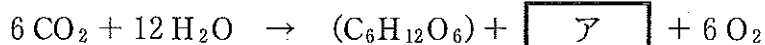
1 次の文章を読み、以下の問 1 ～ 5 に答えなさい。

光合成色素としてバクテリオクロロフィルをもち、光合成を行う細菌を光合成細菌という。このうち、緑色硫黄細菌と紅色硫黄細菌は硫化水素(H_2S)を含む水環境などに生息しており、下記の反応式で示される光合成を行う。



図に示したように、緑色硫黄細菌の光合成における光化学系の電子伝達では硫化水素から引き抜かれた電子を受け取った反応中心の光合成色素(バクテリオクロロフィル)が光エネルギーによって活性化され、還元力の強い状態(電子を放出しやすい状態)となる。この活性化された光合成色素から補酵素(NADP^+)に電子が渡され、硫化水素よりも還元力の強い還元型補酵素(NADPH)が生成される。⁽¹⁾

シアノバクテリア(らん藻)は植物と同様に水を利用した下記の反応式で示され⁽²⁾光合成を行うが、硫化水素に対して水(H_2O)はさらに還元力が弱いため、初期の光合成生物は水を電子供与体として利用することができなかった。



上式のように、水を利用した光合成では酸素が発生するため、シアノバクテリアの出現は地球環境に大きな変化をもたらした。シアノバクテリアは約 27 億年前から繁栄し、砂泥や石灰質の微粒子の付着とともに、 $\boxed{\text{ウ}}$ と呼ばれる岩石を形成した。シアノバクテリアの出現後、大気中の酸素濃度が上昇し、呼吸によってエネルギーを獲得する好気性細菌が現れた。

約 20 億年前には細胞内に核をもち、好気性細菌の体内共生によってミトコン⁽³⁾ドリアを細胞小器官として獲得した真核生物が出現した。さらに真核生物にシアノバクテリアが共生して葉緑体を細胞小器官として獲得し、光合成を行う緑藻類と紅藻類が誕生した。酸素の大気中への蓄積とともに大気圏上層に $\boxed{\text{エ}}$ が

形成され、地表に到達する紫外線量が減少した。

こうして陸上における生物の生育が可能となり、植物が地上に進出した。現生の原生生物の中では藻類の オ が最も植物に近縁である。

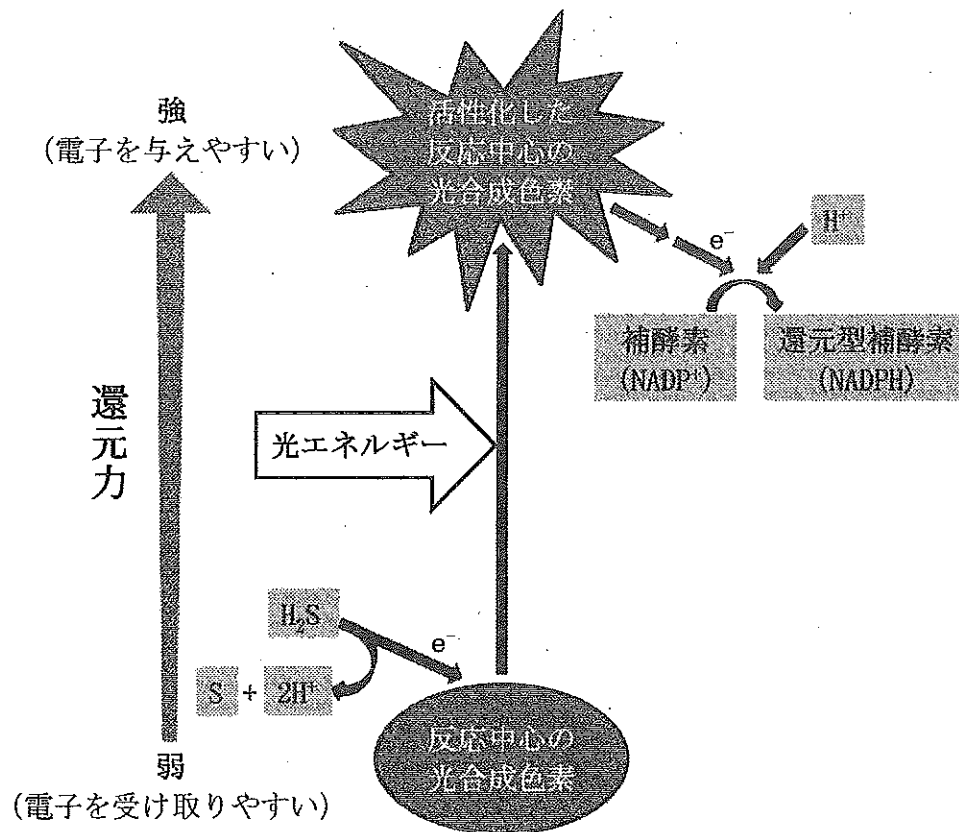


図 緑色硫黄細菌の光合成における光化学系の電子伝達と還元力

問 1 文章中および反応式中のア～オに当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(1)の還元型補酵素 (NADPH) について、光合成反応の中での役割について 40 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(2)について、シアノバクテリアおよび植物はどのようにして還元力の弱い水を電子供与体とした光合成を行っているのか、40 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(3)は、細胞内共生説と呼ばれている。ミトコンドリアおよび葉緑体の細胞内共生説の根拠について、60 字以内で説明しなさい。

問 5 次の光合成生物のうち、葉緑体をもつものをすべて選びなさい。

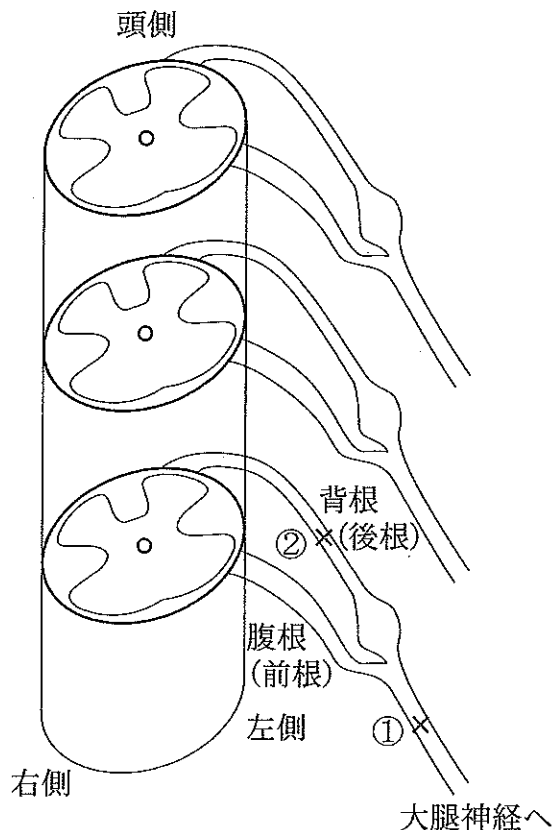
- | | | |
|------------|----------|-----------|
| (a) 緑色硫黄細菌 | (b) アオサ | (c) ネンジュモ |
| (d) テングサ | (e) ゼニゴケ | |

2 次の文章を読み以下の問1～5に答えなさい。

ヒトの中枢神経系は脳と脊髄からなる。脊髄は構造的に神経細胞が密に存在する **ア** と有髄神経の軸索が密に存在する **イ** に分けられる。脊髄からは31対の末梢神経の束が左右の背根(後根)と腹根(前根)を通して出ており、これらは感覚および運動に重要な役割を果たしている。脊髄は反射の中枢でもあり、この反射の経路を一般的に **ウ** と呼ぶ。

末梢神経系は神経組織から構成され、ニューロンが構成単位である。ニューロンには情報を受け取る樹状突起と情報を離れた部分まで伝える長く伸びた軸索がある。軸索は **エ** 細胞が何重にも巻きついた髄鞘をもつ有髄神経と髄鞘をもたない無髄神経に大別される。髄鞘には一定間隔ですき間があり、この部分を **オ** と呼ぶ。次のニューロンへの情報伝達はシナプスを介して行われる。

これらのシナプスを介し、皮膚からの刺激は感覚神経によって脳へ、脳からの刺激は運動神経によって骨格筋に伝達される。



図

問 1 文章中の ア ～ オ にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2 図はヒト脊髄と末梢神経を示したものである。上が頭側(脳側)である。

①, ②の部位がそれぞれ完全に傷害(切断)された場合, 運動および感覚(痛覚)がどのように変化するかをAまたはBから選びなさい。

運動

- A. 正常
- B. 左下肢の運動麻痺または低下

感覚(痛覚)

- A. 正常
- B. 左下肢の感覚(痛覚)麻痺または低下

問 3 下線部(1)に関して, 一つのニューロンにおける興奮の伝導では全か無かの法則が成り立ち, 活動電位の大きさは変わらない。しかし神経は各種の刺激に応じ, その強弱を伝えることができる。その理由を 90 字以内で述べなさい。

問 4 下線部(2)に関して, シナプスでの興奮伝達ニューロンの活動電流による興奮の伝導と異なり, 神経伝達物質によって行われる。それにもかかわらず, 興奮伝達が速やかに終了する理由を 50 字以内で述べなさい。

問 5 下線部(3)に関して、運動神経は骨格筋の筋繊維を収縮させる。

- (1) 運動ニューロン終末のシナプス小胞から放出される神経伝達物質を述べなさい。また、筋収縮に重要であるカルシウムイオン(Ca^{2+})を蓄えている細胞小器官の名称を答えなさい。
- (2) 神経と筋肉の接合部(神経筋接合部)を摘出し以下の実験を行った。神経筋接合部から 10 cm 離れた神経を刺激すると 10 ミリ秒後に筋収縮がみられた。また神経筋接合部から 5 cm 離れた神経を刺激すると 7 ミリ秒後に筋収縮がみられた。次に、筋肉を直接刺激すると 3 ミリ秒後に筋収縮がみられた。以上の結果から、神経筋接合部の伝達に要する時間を算出さなさい。
- (3) 骨格筋と内臓や血管に含まれる筋の違いを 80 字以内で述べなさい。

3

次の文章を読み、以下の問 1 ～ 2 に答えなさい。

イネの食用部位はおもに種子の中の胚乳であり、胚乳のデンプンの性質によりウルチ品種とモチ品種に分けられる。ウルチ品種とモチ品種はある遺伝子の二種類の対立遺伝子(A と a)によって決まり、ウルチ(A)がモチ(a)に対して優性である。ウルチ品種の胚乳は半透明なのに対し、モチ品種の胚乳は不透明な乳白色である。

デンプンはグルコースが直鎖状につながったアミロースと、グルコースが枝分かれしてつながったアミロペクチンからなる。 A タンパク質はグルコースが直鎖状につながったアミロースを合成する酵素(アミロース合成酵素)であり、532 アミノ酸からなる。モチ品種ではアミロース合成酵素の活性がないためアミロースが作られず、アミロペクチンのみのデンプンとなるため、モチとなる。

問 1 ともに純系のウルチ品種とモチ品種を交雑して F_1 を得て、 F_1 に実った種子を収穫した。半透明な胚乳のコメと乳白色のコメとの比率を理由とともに 140 字以内で答えなさい。種子は自家受精で実ったものとする。

問 2 モチ品種の a とウルチ品種の A の遺伝子発現量(伝令 RNA (mRNA) 蓄積量)を調べたところ、ちがいはほとんどなかった。 a 遺伝子およびその周辺の塩基配列を調べたところ、 A と比べて以下の(a)～(c)の 3 つのちがいが見つかった。

(a) a 遺伝子のプロモーター付近に 3 塩基の欠失

(b) 開始コドンに対応する ATG の $[A]$ を 1 番目としたときの 22 番目の塩基が欠失(1 塩基欠失)

(c) イントロン(1000 塩基)の中程に 100 塩基の欠失

これら 3 つのちがいのうち、どれがモチの原因である可能性がもっとも高いと考えられるか。一つ選び記号で答えなさい。また、その理由を 100 字以内で答えなさい。

4 動物の生殖細胞形成に関する次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

ヒトの卵や精子を作るもととなる細胞は **ア** 細胞と呼ばれ、受精後3週目の胎児で作られ、形成中の生殖巣に移動する。女性の場合、ここで **イ** 細胞に分化し、盛んに分裂をくり返し、受精後5か月目には約700万個の細胞になる。受精後7か月までに大部分の **イ** 細胞は退化・消失するが、一部は **ウ** 細胞へと成長する。その後、**ウ** 細胞は減数分裂の第一分裂前期を終了した段階で休止状態の細胞となり、出生に至る。思春期になると、**ウ** 細胞が減数分裂を再開し **エ** 細胞となり、約1か月に1個の割合で第二分裂中期の状態で卵巣から排卵される。排卵された細胞は、輸卵管内で精子が進入すると分裂を再開し、**オ** を放出して卵となる。

いくつかの動物種で卵の特定の領域に局在する細胞質が、生殖細胞の形成と密接な関係をもつことが知られている。図1に示すように、カエルでは未受精卵の植物極表層に生殖細胞質と呼ばれる特殊な細胞質が存在する(図1—①)。卵割をへて胞胚期になると、この細胞質は植物極側の割球にのみ受けつがれる(図1—②)。原腸形成後の初期神経胚期になると、生殖細胞質を含む細胞は腸管の腹側に分布する(図1—③)。幼生期になると、その細胞は背側腸間膜を通して形成中の生殖巣に到達する(図1—④)。

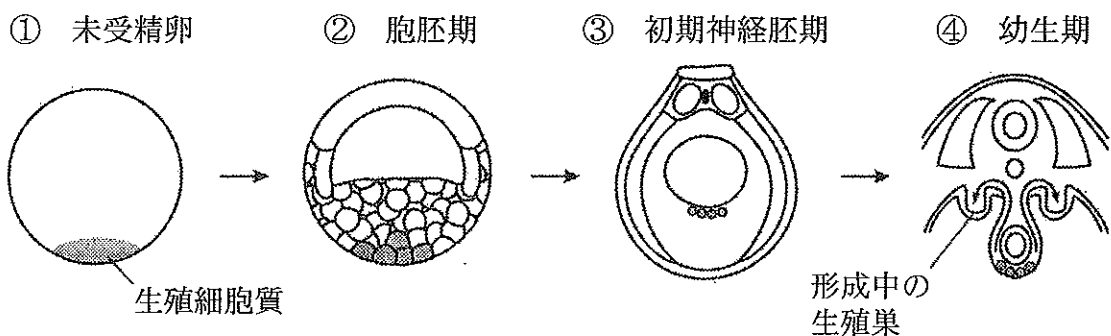


図1

次の実験 1 と実験 2 によりカエルの生殖細胞質の役割を調べた。

[実験 1] 2 細胞期の胚の植物極側に紫外線を照射し幼生まで発生させたところ、外見上は正常であるが、生殖細胞は存在しなかった。しかし、紫外線照射直後の胚の植物極に、非照射卵の植物極細胞質を微量注入したところ、幼生に少数の生殖細胞が形成された。

[実験 2] 初期幼生期胚から、背側腸間膜を移動中の生殖細胞質を持つ細胞を取り出し、目印となる蛍光物質を結合させた(標識した)。この細胞を、標識していない後期胞胚の胞胚腔に移植して幼生まで発生させた。その結果、体節や脊索^{せきさく}など様々な組織の体細胞に蛍光物質が認められた。

問 1 文章中の ～ にあてはまるもっとも適切な語句を答えなさい。また、 と の細胞が持つ染色体数を答えなさい。

問 2 下線部(1)のような発生過程で見られる細胞死を何というか、答えなさい。

問 3 正常な体細胞分裂が終了した直後の細胞が持つ DNA 量を $2C$ とした場合に、下線部(2)と下線部(3)の細胞が持つ DNA 量を答えなさい。

問 4 ヒトの受精における精子の役割を 2 つ答えなさい。

問 5 実験 1 と実験 2 の結果から、カエルの生殖細胞の決定の仕組みに関してわかることを 90 字以内で答えなさい。

5

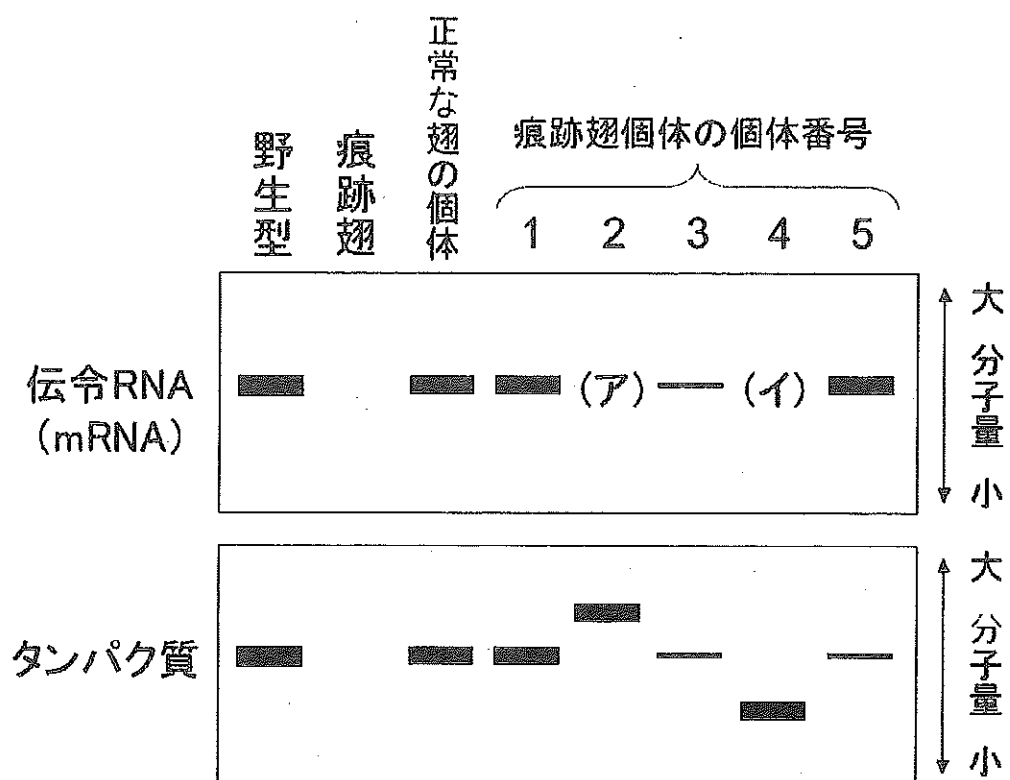
次の文章を読み、以下の問 1 ～ 4 に答えなさい。

DNA の塩基には、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)という 4 種類がある。DNA の塩基対の形成は、遺伝物質として DNA がはたらくために重要な性質である。また、真核細胞において、DNA はヒストンとよばれるタンパク質に巻きついている。⁽¹⁾DNA の塩基配列は、化学的あるいは物理的要因によって⁽²⁾変化することがある。これを突然変異とよぶ。例えば DNA を構成する 4 種類の塩基のうち、シトシンがチミンに変化することが、ある頻度で自然におこる。⁽³⁾さらに、ある種の化学物質で細胞を処理すると高頻度に突然変異をおこすことができる。

(実験)

キイロショウジョウバエにおいて、^{はね}翅の形成に必要なタンパク質 V の伝令 RNA (mRNA) の転写がおこらないために、成虫の翅が^{こんせき}痕跡状となる突然変異(^{こんせき}痕跡翅)が存在する。野生型のキイロショウジョウバエのオスを、さまざまな DNA の塩基置換をおこすことのできる化学物質で処理し、上述の痕跡翅のキイロショウジョウバエのメスと交配した。その結果、次世代の個体のうちの大部分は正常な翅をしていたが、2000 匹中 5 匹に痕跡翅の個体を得られた。

野生型、交配に用いた痕跡翅のメス、交配で得られた痕跡翅の個体 5 匹、および交配で得られた正常な翅の個体のうちの 1 匹について、それぞれから RNA とタンパク質を抽出した。個体間で等しい量の RNA あるいはタンパク質を電気泳動法という分子量の違いで分子を分ける方法により解析した。その後、適切な方法でタンパク質 V とその伝令 RNA をそれぞれ検出したところ、図のようになった。図では、同じ個体から得られた RNA とタンパク質は、上下の電気泳動像で対応している。また、図の(ア)と(イ)は、痕跡翅になった個体 2 と 4 の伝令 RNA をそれぞれ表している。また、図中の黒い帯の太さは、検出されたタンパク質 V やその伝令 RNA の存在量と比例するものとする。



図

問 1 下線部(1)に関して、DNA が巻きつく部分のヒストンの正味の電荷はどうなっているか、次の選択肢のなかから一つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 正の電荷をもつ。
- (b) 負の電荷をもつ。

問 2 *ras* とよばれる遺伝子の遺伝子産物(タンパク質)には活性状態と不活性状態があり、活性状態の *ras* は細胞の増殖を促進する。さまざまながん細胞において、*ras* 遺伝子に下線部(2)で述べた DNA の塩基配列の変化がおきている。この塩基配列の変化により、さまざまながん細胞において *ras* の遺伝子産物は常に活性状態にある。この突然変異は、*ras* 遺伝子産物の 12 番目あるいは 13 番目のグリシンや、61 番目のグルタミンが特定のアミノ酸に置き換わったものがほとんどである。この突然変異により、細胞の増殖が促進される理由として考えられるもっとも適切なものを(a)~(d)のなかから一つ選び、記号で答えなさい。

- (a) グリシンあるいはグルタミンを多量に含むタンパク質は、細胞の増殖を促進するから。
- (b) これらの突然変異により、*ras* 遺伝子の転写が活性化されて、遺伝子産物が過剰に産生されるから。
- (c) 置き換わった特定のアミノ酸そのものに発がん性があるから。
- (d) これらの突然変異により、*ras* の遺伝子産物が活性状態になるから。

問 3 常染色体上のある遺伝子に ACGT という塩基配列が含まれている領域がある。1 個の精原細胞において、一方の相同染色体のこの領域中の 2 本鎖 DNA に下線部(3)で述べた変化がおこった。この 1 個の精原細胞から精子が作られた時、以下の(a)~(f)に記した塩基配列をもつ精子はどのような割合で作られるか、百分率(%)で答えなさい。存在しない場合には「0 %」と記しなさい。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (a) ACGT | (b) ATGT | (c) ACTT |
| (d) TCGT | (e) ACAT | (f) ATTT |

問 4 前述の(実験)において、次世代で痕跡翅の個体が出現した原因を調べた。

その結果、痕跡翅になった個体 1～5 はそれぞれ異なる原因により痕跡翅になることがわかった。以下の問(1)と(2)に答えなさい。

(1) 痕跡翅個体 1～5 のそれぞれが痕跡翅になる原因としてもっとも適切なものを以下の(a)～(e)の中からそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えなさい。

ただし、抽出作業におけるタンパク質および RNA の分解はないものとし、タンパク質はアミノ酸が連なったポリペプチドだけで構成されているものとする。

(a) タンパク質 V の遺伝子のプロモーター領域の突然変異により、RNA ポリメラーゼがその部位へ結合しにくくなった。

(b) 1 つのアミノ酸が別のアミノ酸に置換されたため、タンパク質 V の機能に必要な部位が変化し、活性がなくなった。

(c) タンパク質 V のアミノ酸配列のなかほどにある 1 つのアミノ酸を指定するコドンが終止コドンに変化した。

(d) タンパク質 V の伝令 RNA のスプライシング異常により、イントロンであった部分が翻訳されて、本来のアミノ酸配列の途中に余分なポリペプチドが挿入された。

(e) 1 つのアミノ酸が別のアミノ酸に置換されたため、タンパク質 V が不安定になり、タンパク質 V が生体内で分解されやすくなった。

(2) 図の(ア)、(イ)は、痕跡翅になった個体 2 と 4 の伝令 RNA をそれぞれ表している。これらの伝令 RNA の分子量は、野生型の個体の伝令 RNA の分子量に比べてどうなっているか。次の選択肢のなかから一つ選び、記号で答えなさい。

(a) 大きい

(b) 小さい

(c) 同じ

6 次の文章を読み、以下の問 1 ～ 5 に答えなさい。

生物には、異物や病原体が体内に侵入するのを防ぐいくつかの防御機構が備わっている。皮膚や粘膜などは物理的・化学的に異物の体内への侵入を防いでいる。また、おもにマクロファージや **ア** などによる、動物が生まれながらに持っている非特異的な **イ** により異物を排除している。これで防ぎきれないと、異物の侵入後にリンパ球などが異物に特異的に働く **ウ** が機能する。

ウ はおもに **エ** と **オ** という 2 種類のリンパ球によって引き起こされる。とくに **エ** は抗体の産生、**オ** はウイルスなどに感染した細胞の直接破壊に深くかかわっている。また、**ウ** は異物や病原体を区別して排除する特異的免疫反応であり、以前に感染した病原体や異物の情報を記憶することができる。これを免疫記憶と呼ぶ。抗体を含んだ血清を投与することで体内での毒素を取り除くことができるが(1)血清療法、最近の医療分野では血清投与による有害反応のリスクを減らすため血清から免疫グロブリンのみを(2)抽出精製した免疫グロブリン剤が用いられている。最近では、がん治療において抗体療法の開発が進められている。これはがん細胞に特異的に発現しているがん(3)抗原*を認識する抗体を作成し、その抗体を投与する方法である。また、免疫システムは自己と非自己を区別する重要な役割ももつ。非自己の皮膚を移植しても落ちてしまうのは免疫による拒絶反応(4)のためである。

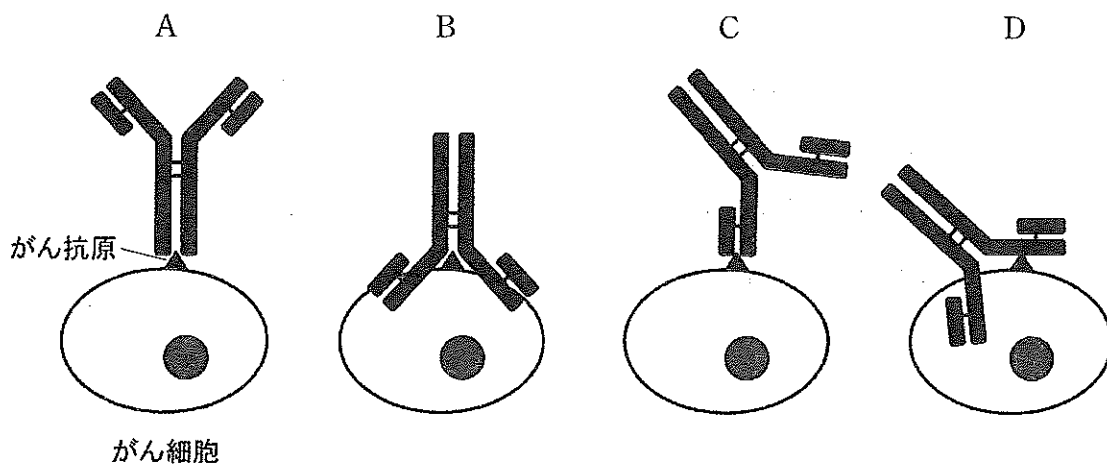
*がん抗原：がん細胞で特徴的に作られるが正常細胞ではまったく作られない抗原で、なおかつ抗体の産生や細胞性免疫を誘導する性質をもつ。

問 1 文章中の ア ～ オ に当てはまるもっとも適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(1)に関して、「一次応答」、「二次応答」という二つの用語を用いてその仕組みと性質を 150 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(2)の理由を 1 つ、100 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部(3)に関して、抗体は医薬品として医療分野で用いられている。がん細胞膜上に発現したがん抗原に対する抗体の結合様式として次の A～D から正しいものを選びなさい。



問 5 下線部(4)に関して次の実験を行った。

実験

免疫機能の正常な A 系統マウス①の皮下に B 系統マウスのがん細胞 X がもつ「がん抗原 aX」を大量に注射した。2 週間後、この A 系統のマウスの血液を採取し、全血球成分と全血しょう成分を別の A 系統マウス②に注射した後、がん細胞 X を A 系統マウス②の皮下に移植した。

この実験で A 系統マウス②に移植したがん細胞 X はどのようなことが予想されるか。もっとも適切なものを下記の(ア)～(オ)の中から 1 つ選びなさい。

- (ア) 未処置の A 系統マウスにがん細胞 X を移植したときよりも早く増殖する。
- (イ) 未処置の A 系統マウスにがん細胞 X を移植したときよりもゆっくり増殖する。
- (ウ) 増殖も死滅もしない。
- (エ) 未処置の A 系統マウスにがん細胞 X を移植したときよりもゆっくり死滅する。
- (オ) 未処置の A 系統マウスにがん細胞 X を移植したときよりも早く死滅する。