

# 長崎大学

## 平成 29 年度 入学 試験 問題

### 理 科

	ページ
物 理.....	1~11
化 学.....	12~25
生 物.....	26~49
地 学.....	50~57

#### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び解答用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 解答用紙は持ち出さないこと。

# 生 物

1 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

呼吸は生物が備えている ATP 合成の仕組みで、炭水化物、タンパク質、脂質などの呼吸基質が酸素と反応して、二酸化炭素と水に分解される際に ATP が合成される。呼吸は下の反応式(a)で表される。呼吸は細胞質基質で行われる 、<sup>①</sup>ミトコンドリアで行われるクエン酸回路と  の3つの過程から成り立っている。

一方、酸素のない状態で ATP を得る方法は発酵と呼ばれている。出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) は、発酵の過程でエタノールを生成する。発酵は下の反応式(b)で表される。酸素のある状態で培養すると、エタノールの生成量は少なくなる。この現象は発見した人の名前を用いて  と呼ばれている。しかし、酸素のある状態でも、ある培養条件では呼吸が抑制され、アルコール発酵<sup>②</sup>を行うことが知られている。

呼吸の反応式 (a)  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{エネルギー}$  (最大 38ATP)

発酵の反応式 (b)  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{エネルギー}$  (2ATP)

問 1 文章中の  ～  にあてはまる語句を記せ。

問 2 下線部①について以下の間に答えよ。

- (1) ミトコンドリアの構造を図1に示す。クエン酸回路の反応が起きる部位はどれか。(ア)～(エ)から適切なものを選び、その名称を答えよ。

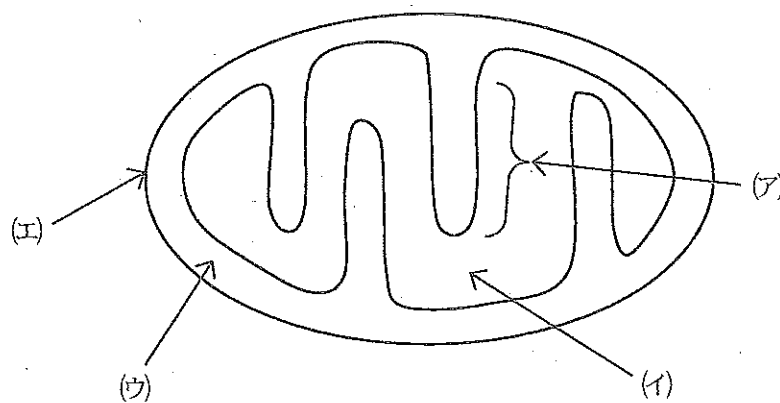


図1

- (2) ミトコンドリアは細胞内共生に由来すると考えられている。この細胞内共生説を裏付けるミトコンドリアが持つ特徴を3つ、それぞれ10字以内で述べよ。

問 3 下線部②について、次の文章を読み、問に答えよ。

出芽酵母をグルコース( $C_6H_{12}O_6$ )濃度が一定となる条件で培養した際の二酸化炭素生成速度と酸素消費量のグラフを図2に示す。また、この過程においてグルコースは反応式(a)で示す呼吸と反応式(b)で示すアルコール発酵で全て消費されたものとする。

- (1) 比増殖速度 0.2 および 0.4 の条件における呼吸商を求めよ。小数第 1 位まで記せ。
- (2) 比増殖速度 0.4 の条件における 1 時間あたりのグルコース消費量は、比増殖速度 0.2 の条件における 1 時間あたりのグルコース消費量の何倍か、四捨五入して小数第 1 位まで記せ。

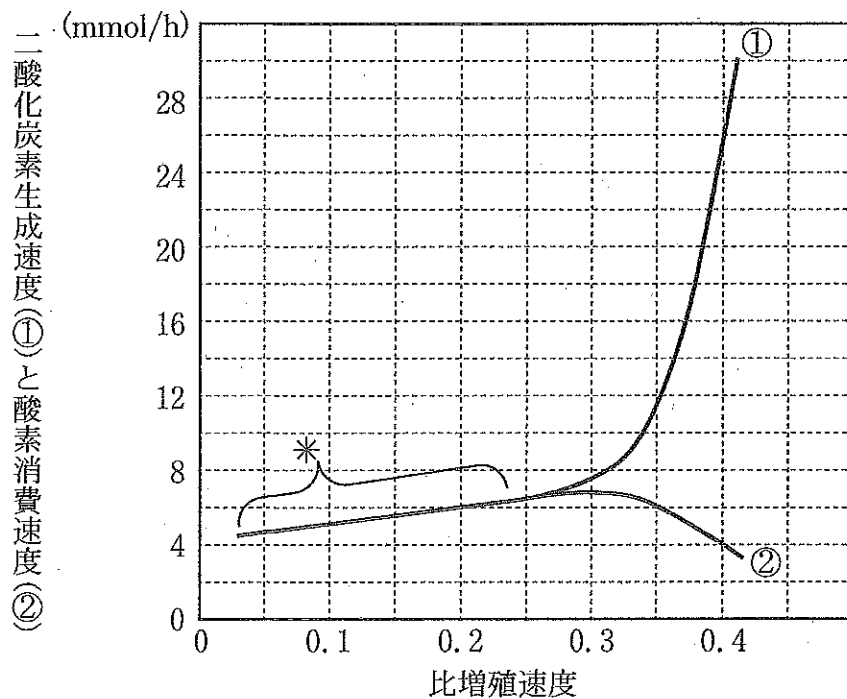


図2 出芽酵母の比増殖速度と二酸化炭素生成速度・酸素消費速度の関係

比増殖速度とは、酵母菌 1g が 1 時間増殖した際に何グラムになるかをもとにした指標。比増殖速度が大きいほど菌の増殖が速い。二酸化炭素生成速度とは、酵母菌 1g が 1 時間で生成した二酸化炭素量 (mmol)。酸素消費速度とは、酵母菌 1g が 1 時間で消費した酸素量 (mmol)。\* の区間は ① と ② が同じ値である。

2

次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

緑色蛍光タンパク質(GFP)は、クラゲの一種であるオワンクラゲから1962年に発見された238個のアミノ酸からなるタンパク質で、青色の光を吸収して緑色の蛍光を発する。GFP遺伝子は、GFPタンパク質の発見から30年後の1992年に同定され、世界中に広まった。

GFP遺伝子をオワンクラゲの細胞からクローニングし、緑色蛍光を発する大腸菌を作製する実験を行う。GFP遺伝子の開始コドンの位置から始まるプライマーFと、終止コドンの相補的な塩基配列から始まるプライマーRを用いて、GFPタンパク質の産生に必要な遺伝子領域をPCR法により増幅したい。しかし、オワンクラゲゲノム中のGFP遺伝子はエキソンが A をはさんで互いに離れて存在しているため、原核生物での発現に適さない。そのため、大腸菌でGFPタンパク質を発現させるためには、GFP遺伝子の4つのエキソンがつながったDNA断片(cDNA)をPCR法で増幅する必要がある。

問1 下線部①について、以下の問に答えよ。

- (1) オワンクラゲはどの動物(門)に分類されるか、以下の(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。
- (ア) 棘皮動物                      (イ) 刺胞動物                      (ウ) 環形動物  
(エ) 節足動物                      (オ) 軟体動物

- (2) オワンクラゲと同じ動物(門)に属する生物の組み合わせとして、最も適当なものを、以下の(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。
- (ア) ムラサキウニ と イソナマコ  
(イ) ハタゴイソギンチャク と アカサンゴ  
(ウ) ヒカリウミウシ と クリオネ  
(エ) キクラゲ と サクラエビ  
(オ) マダコ と スルメイカ

問 2 文章中の  にあてはまる語句を答えよ。

問 3 下線部②の手順を述べた以下の文章中の  ~  にあてはまる最も適切な語句を以下の(ア)~(サ)から選び、記号で答えよ。また、 に入る数値を記せ。

オワンクラゲの発光部分の細胞から RNA を抽出する。抽出した RNA に 4 種類の  とプライマー R,  を加えて、37℃で1時間反応させる。反応終了後、 を変性させて失活させるため、85℃で10分間処理する。合成された  を鋳型として5'末端をリン酸化したプライマー F とプライマー R, 4 種類の , 耐熱性  を加えて PCR 反応を行うと、GFP の開始コドンから終止コドンまでの  塩基対の DNA が増幅される。このようにして合成された DNA を GFP の cDNA と呼ぶ。

- |                  |                |
|------------------|----------------|
| (ア) DNA          | (イ) RNA        |
| (ウ) タンパク質        | (エ) DNA ポリメラーゼ |
| (オ) 逆転写酵素        | (カ) RNA ポリメラーゼ |
| (キ) スプライシング因子    | (ク) リボヌクレオチド   |
| (ケ) デオキシリボヌクレオチド | (コ) アミノ酸       |
| (サ) ペプチド         |                |

問 4 増幅した GFP の cDNA を，適切な制限酵素で切断したプラスミド P に組み込んで，GFP タンパク質を大腸菌で発現するプラスミド (GFP プラスミド) を作製したい。使用する切断したプラスミド P として適当なものを，図 1 の(ア)～(エ)から選び，記号で答えよ。ただし，転写はプロモーターの矢印の方向に進むものとし，cDNA はプラスミド P の切断箇所に挿入するものとする。

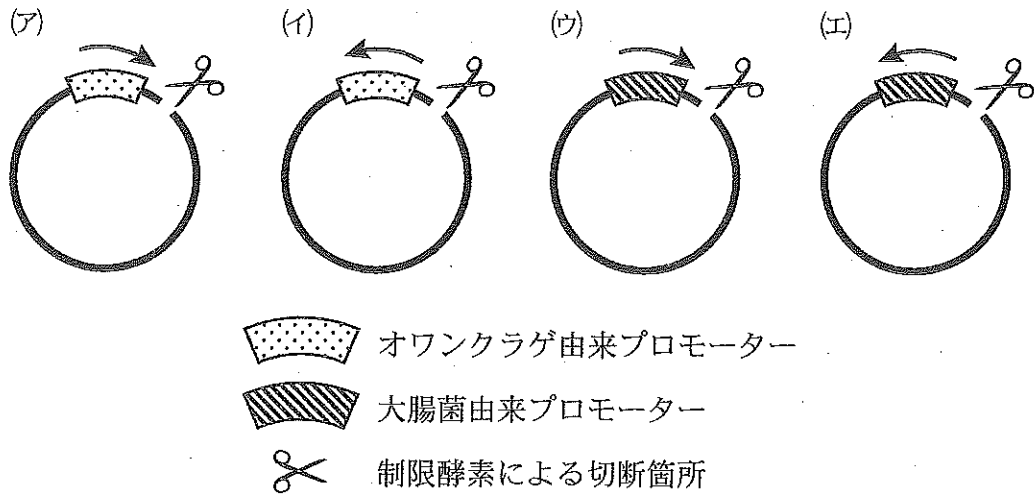


図 1

問 5 GFP の cDNA と制限酵素で切断したプラスミド P を連結するための反応溶液を調製したい。以下の問に答えよ。

- (1) cDNA と切断したプラスミド P を結合するために必要な酵素は何か、その名称を記せ。
- (2) 表 1 に示したように、試薬溶液を混ぜ合わせ、滅菌水を加えて最終的に 50  $\mu\text{L}$  の反応溶液を作製する。反応液に加える各試薬溶液の量 ( $\mu\text{L}$ ) を求めて表 1 を完成させ、空欄 a と b に入る数値をそれぞれ記せ。

表 1 反応溶液の調製

試薬溶液名	反応液に加える 試薬溶液の量	希釈後の反応 溶液中の濃度
切断したプラスミド P (100 ng/ $\mu\text{L}$ )	<input type="text"/> $\mu\text{L}$	2 ng/ $\mu\text{L}$
GFP の cDNA (500 ng/ $\mu\text{L}$ )	2 $\mu\text{L}$	20 ng/ $\mu\text{L}$
10 倍濃縮 酵素反应用緩衝溶液	5 $\mu\text{L}$	1 倍
0.5% ATP 溶液	<input type="text"/> $\mu\text{L}$	0.01%
酵素 (1000 単位/ $\mu\text{L}$ )	<input type="text"/> a $\mu\text{L}$	20 単位/ $\mu\text{L}$
滅菌水	<input type="text"/> b $\mu\text{L}$	
合計	50 $\mu\text{L}$	



問 6 表 1 のとおりに調製した反応溶液を室温で 1 時間反応させた後、できたプラスミドを大腸菌に取り込ませ、寒天培地の上で一晩、37℃で培養した。寒天培地にできた大腸菌のコロニーからプラスミドを単離し、制限酵素 E で切断されてできる DNA 断片の長さから、GFP プラスミドが同定できる。図 2 は、完成した GFP プラスミドの制限酵素切断地図である。6 個の独立した大腸菌コロニーから単離したプラスミドを制限酵素 E で切断後、アガロースゲル電気泳動によって切断された DNA 断片の長さを確認したところ、図 3 のようになっていた。制限酵素 E によりプラスミドは完全に切断されているものとして、以下の問に答えよ。

- (1) GFP の cDNA が入っていないプラスミドはどれか、図 3 の①～⑥のプラスミドからすべて選び、番号で答えよ。
- (2) GFP 遺伝子の開始コドンを含む DNA 断片は図 3 のどのバンドに含まれるか、(ア)～(カ)からすべて選び、記号で答えよ。
- (3) 形質転換した大腸菌が緑色蛍光を示すプラスミドはどれか、図 3 の①～⑥のプラスミドからすべて選び、番号で答えよ。

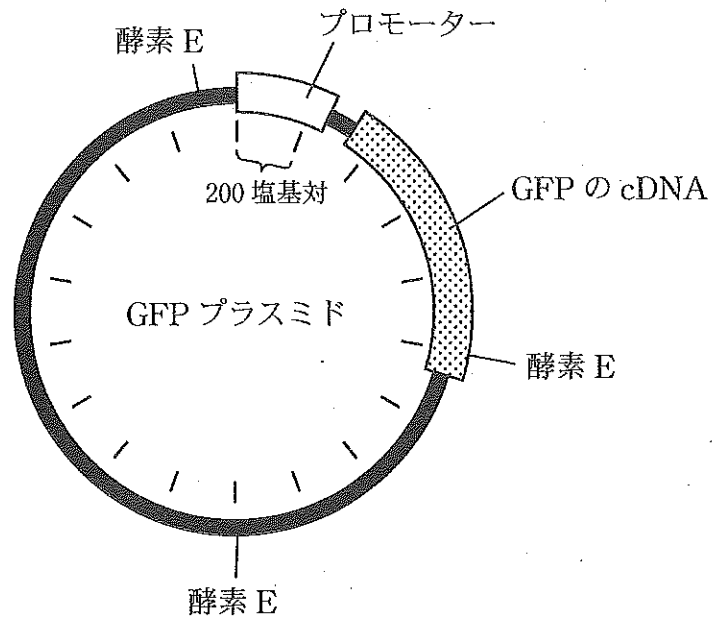


図2 GFP プラスミドの制限酵素切断地図  
 図内の目盛りは塩基対の長さを表す。  
 酵素 E は制限酵素 E で切断される位置を示す。

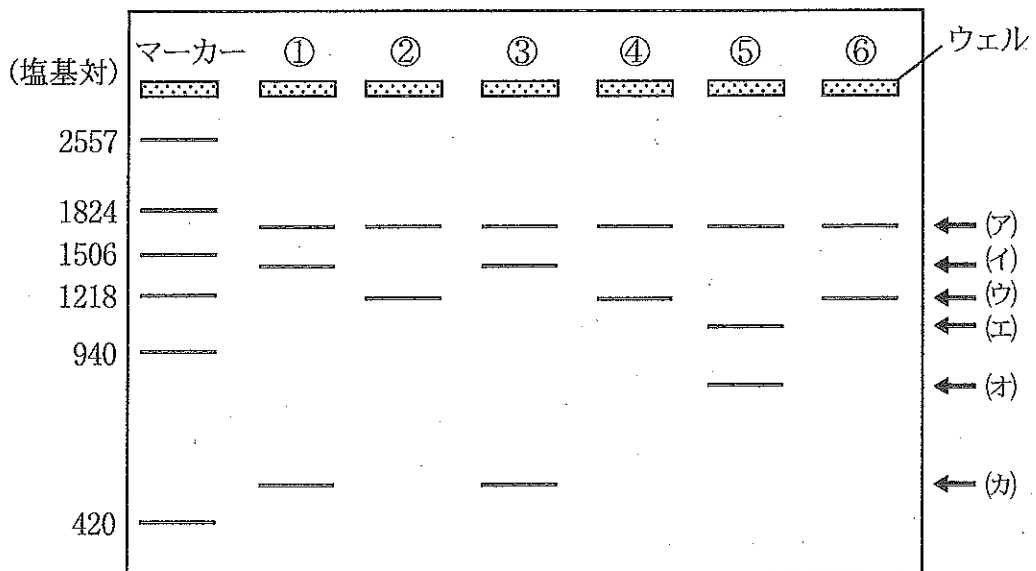


図3 アガロースゲル電気泳動結果の模式図

3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

進化が起こるためには突然変異による遺伝子の変化が必要であり、個体レベルで生じた突然変異が集団全体に広がっていく必要がある。そこで、集団がもつ遺伝子の集合全体を [ 1 ] とよび、 [ 1 ] における対立遺伝子の頻度(遺伝子頻度)の変化によって進化を考える必要がある。

遺伝子頻度はさまざまな要因によって変化するが、集団の大きさが十分に大きく自由に交配する、個体間に生存・繁殖力の差がない、 [ A ] , [ B ] という一定の条件を備えた [ 1 ] をもつ集団では、遺伝子頻度は世代をこえて変化しない。これをハーディ・ワインベルグの法則といい、これらの条件が満たされなければ、進化が起こる可能性がある。

生息環境において生存・繁殖に有利な突然変異が生じた個体は、他の個体よりも子を残しやすくなる。これを [ 2 ] といい、 [ 2 ] の過程で集団内の遺伝子頻度が増加する。しかし、ゲノム中のDNAの塩基配列に起こる突然変異の中で、生存・繁殖に有利なものは非常にまれであり、 [ 2 ] に対して有利でも不利でもないものがほとんどである。このような考えを [ 3 ] 説といい、 [ 3 ] 的な突然変異が生じた遺伝子は偶然によって集団全体に広がる可能性がある。このような偶然による遺伝子頻度の変化を [ 4 ] という。

[ 3 ] 的な突然変異は [ 2 ] を受けず一定の確率で蓄積するため、共通の起源をもつDNAの塩基配列を比較することで、種間の類縁関係や種が分かれた時期などを推測することができる。

問1 文章中の [ 1 ] ～ [ 4 ] にあてはまる語句を記せ。

問2 [ A ] および [ B ] にあてはまるハーディ・ワインベルグの法則が成立するために必要な条件を記せ。ただし、解答の順序は問わない。

問 3 ある生物の個体群において、対立遺伝子  $A$  と  $a$  で決まる形質があり、遺伝子  $A$  は  $a$  に対して優性で、優性形質をもつ個体が全体の 91% 存在したとする。この集団では、ハーディ・ワインベルグの法則が成立するものとして、以下の問に答えよ。

- (1) この個体群における遺伝子  $A$  と  $a$  の遺伝子頻度を、それぞれ  $p$  と  $q$  (ただし  $p + q = 1$ ) とする。 $p$  と  $q$  の値を求めよ。
- (2) この個体群のある世代において一時的に環境の変化が起こり、劣性形質を持つ個体がすべて死亡したとする。劣性形質を持つ個体がすべて死亡した直後の集団における遺伝子型  $AA$  をもつ個体の割合 (%) を、四捨五入して小数第 1 位まで記せ。また、劣性形質を持つ個体がすべて死亡してから、次の世代が生じるまでに環境が元に戻ったとする。次の世代の集団における遺伝子  $A$  の遺伝子頻度を四捨五入して小数第 2 位まで記せ。

問 4 下線部に関連して、種  $A \sim F$  について特定の遺伝子の一部の塩基配列を決定したところ、表 1 のようであった。これらの塩基配列をもとに、塩基の変化の回数が最小になるように系統樹を作成したところ、図 1 のようになった。なお、種  $A$  は、種  $B \sim F$  と系統的に最も遠く離れていることが分かっているとする。以下の問に答えよ。

- (1) 図 1 の系統樹の(ア)~(エ)にはそれぞれ、種  $B \sim E$  のいずれかが入る。(ア) および(ウ)に入る最も適切な種を記せ。
- (2) この系統樹における矢印で示した枝では、何番目の塩基で変化が起こったと推定されるか、塩基の番号を記せ。
- (3) この系統樹では、塩基の変化は合計で何回起こったと推定されるか、回数を記せ。

表1 種 A ~ F の DNA 塩基配列

種 \ 塩基の番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
種 A	T	C	C	A	T	G	C	A	G	C
種 B	・	・	・	T	・	・	G	・	C	A
種 C	A	・	・	T	A	・	G	・	C	・
種 D	・	・	・	T	C	・	・	・	C	・
種 E	・	G	・	T	・	・	・	・	・	・
種 F	A	G	・	T	・	・	G	・	C	・

「・」は種 A と同じ塩基であることを示す。

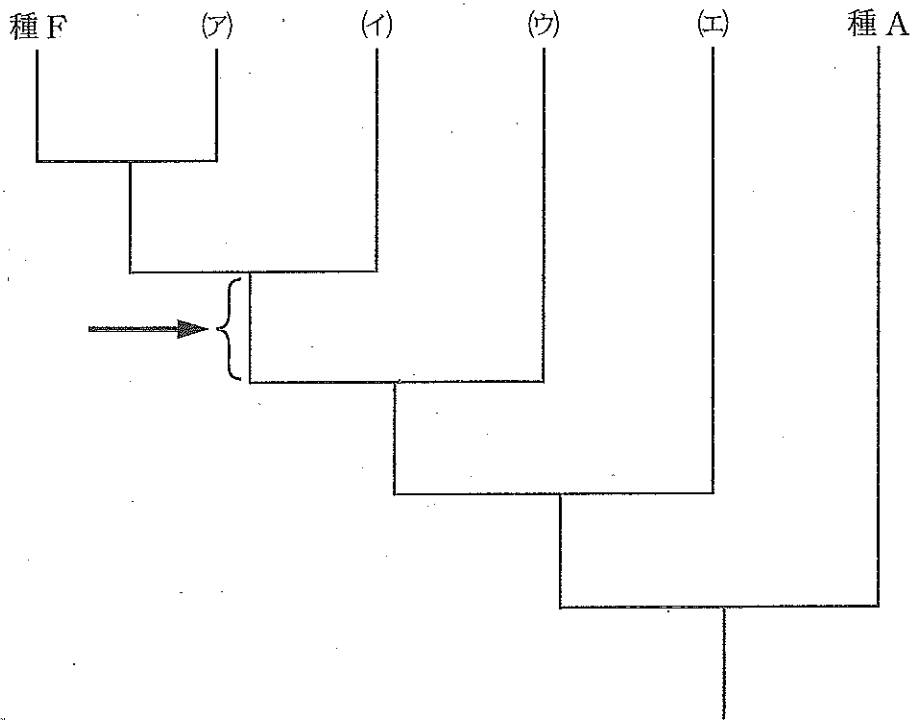


図1 塩基配列(表1)をもとに推定した種 A ~ F の系統樹

4 次の文章を読み、問1と問2に答えよ。

獲得免疫は、リンパ球が主体となり体内に侵入した病原体などの異物(抗原)を特異的に排除する生体防御のしくみである。さまざまな抗原に対応したリンパ球が [ 1 ] でつくられ、その後、他の器官で成熟する。異物(抗原)だけでなく、自己の成分を認識するリンパ球も生じるが、その多くは選別され排除されることによって、自己の成分には免疫反応が生じないようになっており、この現象を [ 2 ] の獲得という。

また、私たちの体を構成する細胞の表面には、自分の細胞と他人の細胞とを区別する標識に相当するタンパク質、 [ 3 ] が存在し、T細胞がそのタンパク質を認識して自己と非自己を区別している。ヒトの [ 3 ] は、白血球の細胞表面に存在する [ 4 ] と呼ばれ、非血縁者との間で一致する確率は非常に低く、両親を同じくする兄弟間で一致する確率は約 [ 5 ] %である。ヒトの臓器移植では [ 4 ] の型が一致した者どうしで行われることが望ましいが、ほとんどの場合、完全には一致しないため、手術後に [ 6 ] を起こさないように免疫抑制剤を用いる。

私たちの体で免疫のシステムがさまざまな原因で正常にはたらかなくなると、免疫不全疾患とよばれる病気が起こる。その1つに後天性免疫不全症候群(AIDS)があり、AIDSは [ 7 ] の感染により発症する。 [ 7 ] は、 [ 8 ] に感染し、破壊する。 [ 8 ] の破壊の結果、獲得免疫がはたらかなくなるため、AIDSの患者は、健康な人では通常は感染しない感染症にかかり易くなる。これを [ 9 ] 感染という。

問 1 文章中の  ~ ,  にあてはまる語句または数値を記せ。また,  にあてはまる語句を以下の(ア)~(キ)から選び, 記号で答えよ。

(ア) ナチュラルキラー細胞

(イ) B細胞

(ウ) ヘルパー T細胞

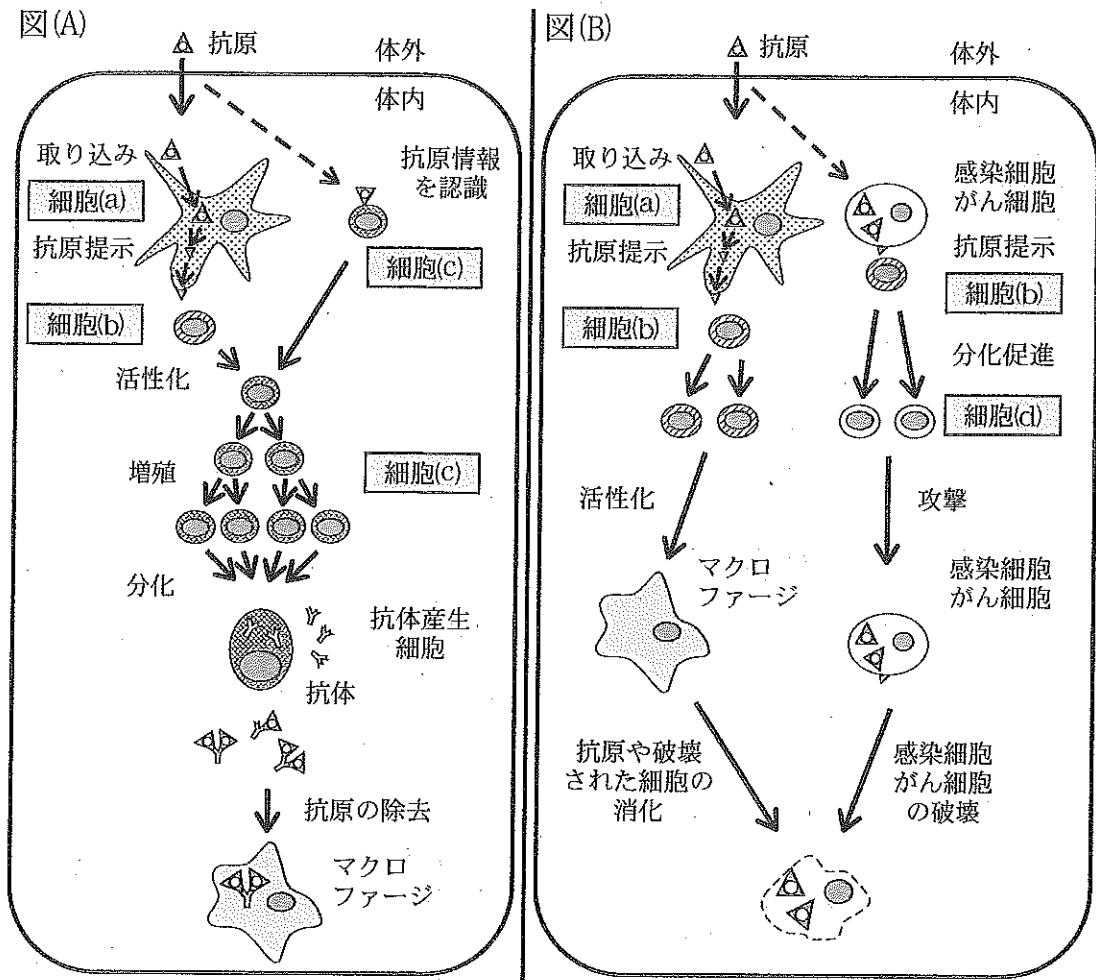
(エ) キラー T細胞

(オ) 肥満細胞

(カ) 樹状細胞

(キ) 好中球

問 2 図(A), 図(B)は獲得免疫のしくみを示している。以下の問に答えよ。





(1) 図(A), 図(B)の免疫をそれぞれ何と呼ぶか。その名称を記せ。

(2) 図(A), 図(B)中の細胞(a)~細胞(d)にあてはまるものを以下の(ア)~(キ)から選び, 記号で答えよ。

(ア) ナチュラルキラー細胞

(イ) B細胞

(ウ) ヘルパー T細胞

(エ) キラー T細胞

(オ) 肥満細胞

(カ) 樹状細胞

(キ) 好中球

(3) 図(A), 図(B)のはたらきに関与するものを以下の(ア)~(エ)からすべて選び, 記号で答えよ。

(ア) 花粉症

(イ) 好中球の食作用

(ウ) ツベルクリン反応検査

(エ) インフルエンザ予防接種

5 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

ほとんどの神経細胞(ニューロン)は閾値以上の強さの刺激を受けると、その軸索で活動電位が発生する。静止状態のニューロンは、細胞膜の外側に対して内側が [ 1 ] に帯電しているが、活動電位の発生時には、この電気的な関係が逆転する。活動電位は、細胞膜を介したイオンの流れにより生じる。すなわち最初に [ 2 ] の [ 3 ] が起き、その直後に [ 4 ] の [ 5 ] が起こる。

ニューロンは他のニューロンや効果器と連絡して情報を伝達する。この接続部分をシナプスという。シナプスにおいて、情報を渡すニューロンの神経終末の内部には神経伝達物質が入った小さな顆粒が数多く見られる。興奮が神経終末まで<sup>①</sup>伝わると、ここから神経伝達物質がシナプス間隙へ放出される。神経伝達物質は情報を受け取るニューロンに作用すると、イオンチャネルの開閉を引き起こす。一度放出された神経伝達物質は、情報を受け取るニューロンが次の伝達に応じられるように、すみやかに処理を受ける。

シナプスにおける情報伝達は動物の学習<sup>②</sup>と密接に関わる。アメフラシは、学習の研究でよく用いられる海産の軟体動物であり、水管から海水を出し入れすることにより、えらで呼吸を行う。水管に接触刺激を与えると、えらの筋肉の収縮が起こり、えらは引き込む。この反応は、えら引っ込め反射とよばれ、水管の感覚ニューロンとえらの運動ニューロンが1つのシナプスを介して連絡する神経回路のはたらきによって生じる。水管への接触刺激を繰り返し与えてみる。すると、<sup>③</sup>えら引っ込め反射は、慣れとよばれる現象を起こす。<sup>④</sup>水管への繰り返し刺激によってすでに慣れを起こした動物に対して、電気ショックのような強い刺激を尾部に与える。すると水管の接触刺激に対するえらの反応には、脱慣れまたは鋭敏化<sup>⑤</sup>と呼ばれる現象が起こる。以上の現象は、図1に示す神経回路で起こる。

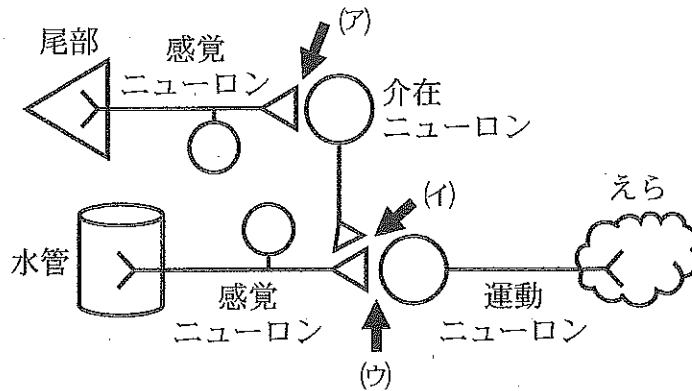


図1

問1 文章中の 1 には、「正」または「負」のいずれがあてはまるか、答えよ。

問2 文章中の 2 ~ 5 にあてはまる組み合わせとして正しいものを以下の(ア)~(ク)から選び、記号で答えよ。

記号	2	3	4	5
(ア)	カリウムイオン	流入	ナトリウムイオン	流入
(イ)	カリウムイオン	流入	ナトリウムイオン	流出
(ウ)	カリウムイオン	流出	ナトリウムイオン	流入
(エ)	カリウムイオン	流出	ナトリウムイオン	流出
(オ)	ナトリウムイオン	流入	カリウムイオン	流入
(カ)	ナトリウムイオン	流入	カリウムイオン	流出
(キ)	ナトリウムイオン	流出	カリウムイオン	流入
(ク)	ナトリウムイオン	流出	カリウムイオン	流出

問3 下線部①の構造を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問4 下線部②の処理には2種類ある。それぞれどのようなものか、20字以内で述べよ。

問 5 下線部③について、学習の例として適当ではないものを以下の(ア)~(オ)から2つ選び、記号で答えよ。

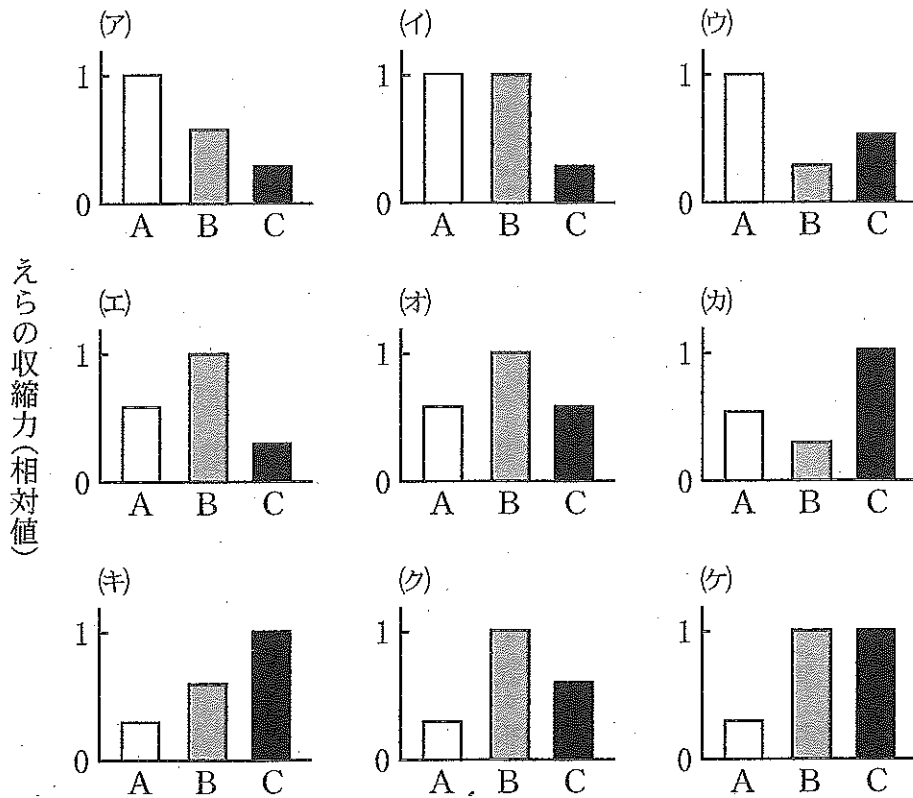
- (ア) チンパンジーが道具を使う仲間を見て、それを真似る。
- (イ) ヒトが熱いものに手を触れた瞬間、手を引っ込める。
- (ウ) ネズミに突然大きな音を聞かせると最初は大きく飛び上がるが、これを繰り返すと徐々に反応が鈍くなる。
- (エ) ある種のガは、コウモリが発する超音波を知覚すると急速に飛行コースを変え、コウモリの捕食から逃れる。
- (オ) 親鳥から離されたひな鳥は、ふ化直後に見た電動おもちゃの後を追う。

問 6 下線部④について、以下の問に答えよ。

- (1) 図1の(ア), (イ), (ウ)はそれぞれシナプスを示す。慣れが起こるシナプスを記号で答えよ。
- (2) (1)で答えたシナプスで起こる現象について、50字以内で説明せよ。

問 7 えら引っ込め反射の程度は、えらの収縮力と比例関係にあるものとする。

慣れが起こる前の、最初のえらの収縮力を A、慣れが起こった時のえらの収縮力を B、脱慣れまたは鋭敏化(下線部⑤)が起こった時の収縮力を C とする。以下の(ア)~(ケ)から、A、B、C の組み合わせとして可能性があるものをすべて選び、記号で答えよ。なお縦軸はえらの収縮力をグラフごとの相対値(最大値を1とする)として示す。



6

次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

生物種間だけでなく同種の個体群内の個体間においても、食物やすみか、繁殖を巡るさまざまな関係がみられる。

ニホンザルやスズメ、マイワシで見られるような同種の個体どうしが集まって統一的な行動をとる集団を群れという。群れを構成する各個体は単独で行動するよりも摂食や捕食回避、繁殖などの面で利益がある。その一方で、個体数が増えると、食物を巡る種内競争が激化したり、生息環境が悪化するなどの不利益も生じる。このような現象を密度効果という。そのため、群れの  はこれらの利益と不利益のバランスによって決まると考えられている。群れを構成する個体の優劣関係によって群れの秩序が保たれているような場合、これを  という。

アユは春になると群れで海から河川を遡上し、その一部の個体は河床に縄張りを形成する。この縄張りは河床の岩に付着する餌となる藻類を他個体から防衛するためのものである。縄張りを維持するには、縄張りを見回ったり、侵入個体を追い払うなどの労力が必要であり、その労力は一般に縄張りの大きさに伴って大きくなる。その労力よりも縄張りを形成することで得られる利益が大きい場合に縄張りが成立する。

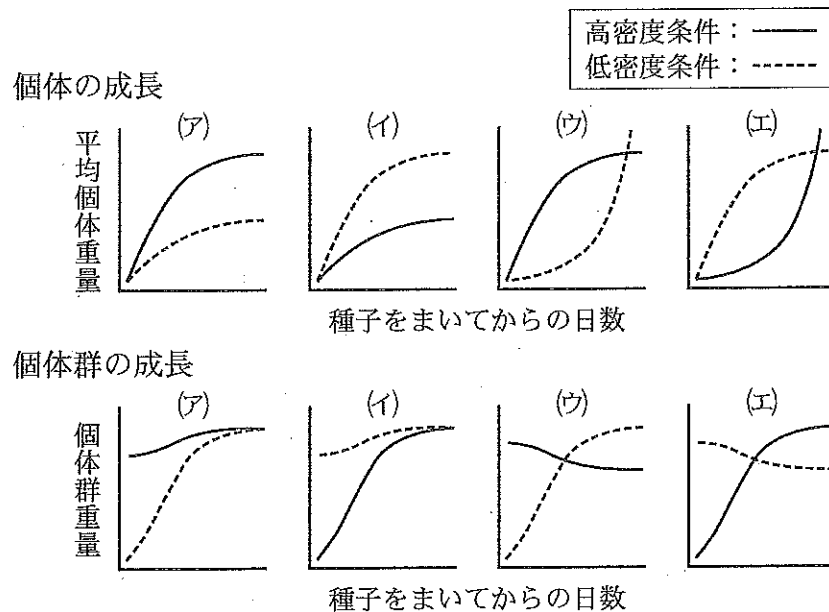
ミナミゾウアザラシでは、個体群の中で体が大きく、争いに強い優位雄が他の雄から多くの雌を防衛してハレムと呼ばれる群れを形成する。ハレム内の雌はその優位雄とつがうため、つがい関係は一夫多妻制となる。さまざまな動物において、雌雄がどのような様式のつがい関係をとるかは  と密接に関係している場合もある。 に両親が不可欠な場合が多い鳥類では一夫一妻制の種が多い。

問1 本文中の  ～  にあてはまる語句を以下の(ア)～(ケ)から選び、記号で答えよ。

- |           |          |          |
|-----------|----------|----------|
| (ア) 順位制   | (イ) 血縁認識 | (ウ) 社会性  |
| (エ) カースト制 | (オ) 形    | (カ) 子の保護 |
| (キ) 性比    | (ク) 大きさ  | (ケ) 種間競争 |

問 2 下線部①と②について、以下の間に答えよ。

- (1) 下線部①の密度効果は植物においても起こる。ある植物を一定面積の耕地に高密度条件と低密度条件で栽培した。それぞれの条件における平均個体重量と個体群重量はどのように変化すると予想されるか。種子をまいてからの平均個体重量の変化(個体の成長)と個体群重量の変化(個体群の成長)をそれぞれグラフで示した以下の(ア)~(エ)から最も適切なものを1つずつ選び、記号で答えよ。ただし、密度以外の栽培条件は同一とする。



- (2) 下線部②の「群れの秩序が保たれている」とはどのような状態のことか。正しい説明を以下の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 優位個体が常に劣位個体を攻撃し続け、群れ内の優劣関係が維持されている状態  
 (イ) 劣位個体が常に優位個体を攻撃し続け、群れ内の個体間の競争が活性化されている状態  
 (ウ) 群れ内の個体間の争いが無くなり、群れ内の優劣関係が消失している状態  
 (エ) 劣位個体が優位個体との争いを避け、群れ内の個体間の競争が緩和されている状態

問 3 下線部③の縄張りの大きさは、その縄張りをもつ個体の状況によって変化する。図1は、ある個体の縄張りの大きさに対する縄張りを形成することで得られる利益と縄張り維持に要する労力の関係を表したグラフである。以下の間に答えよ。

(1) 図1の(a)~(e)から個体にとって最適な縄張りの大きさに最も近いものを1つ選び、記号で答えよ。

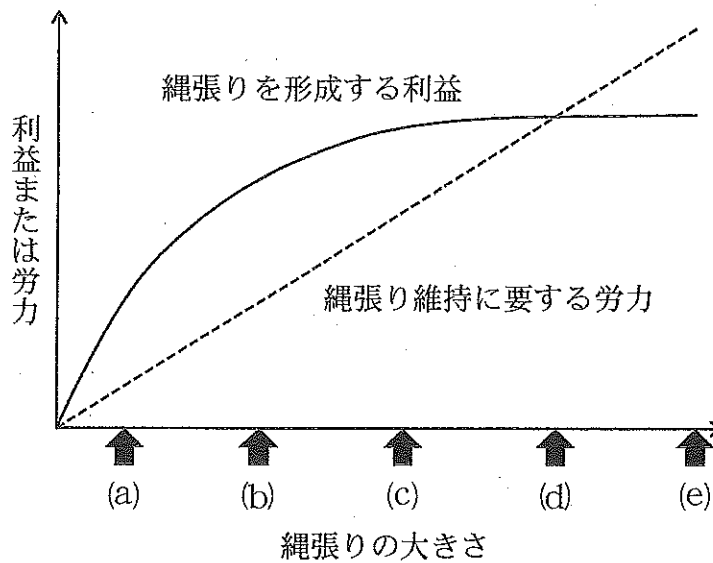


図1

(2) 図1で表された個体が最適な大きさの縄張りを維持しているとする。今、この個体が属する個体群の密度が高くなった。ただし、密度が高くなっても縄張りの大きさと縄張りを形成する利益の関係(図1の曲線)は変わらないものとする。以下の文章はその場合のこの個体の変化について記したものである。文章中の  ~  に当てはまる語句として正しいものを以下の(ア)~(ウ)から選び、答えよ。同じものを繰り返し選んでもよい。

同じ大きさの縄張りを維持しようとする、その労力は 。すると、最適な縄張りの大きさは 。そのため、縄張りを形成する利益から維持に要する労力を引いた正味の利益は 。

(ア) 大きくなる      (イ) 小さくなる      (ウ) 変わらない



(3) アユでは個体群密度が極端に高くなったり、低くなったりすると縄張りを作る個体の割合が減少することがある。その理由をそれぞれ40字以内で記せ。

問4 下線部④の一夫多妻制のつがい関係は、必ずしも雄間の力関係だけで決まるわけではなく、多くの動物で雌がつがい相手の雄を選ぶことでも生じることが知られている。ある種の鳥類は繁殖期になると雄が縄張りを作り、そこに雌が訪れて繁殖する。雌が繁殖するつがい相手の雄を選ぶ基準は、その雄が持つ縄張りから自分がどれだけ利益を得られるかである。

この鳥の繁殖地を訪れたところ、表1のようにA～Eの5個体の雄が縄張りを作っており、その縄張りの質には雄間で差が見られた。また、すでに雌とつがい関係を持ち繁殖を始めている雄(雄B, 雄C)もいた。その後新たに5個体の雌(第1～第5訪問雌)が順に訪れて、つがい相手となる雄を選ぶ様子が観察された。第1, 第2, 第5訪問雌がそれぞれどの雄を選んだか、A～Eの記号で答えよ。ただし、雄1個体が受け入れる雌は2個体までである。また、雌の利益は、縄張り内の雌間で均等に分割されるとする。

表1

雄個体	*縄張りの質	縄張り内の雌の数
A	3.1	0
B	17.6	1
C	10.6	1
D	4.4	0
E	8.5	0

\*雄の縄張りの質は、縄張りの広さや縄張り内の餌の量等から算出したもので、数値が大きいほど質が高い。なお縄張りの質は繁殖期間中変わらないものとする。雌は縄張りの質が高いほど高い利益が得られるとする。