

(平 23 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～14
生 物	15～26
地 学	27～32

- ・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

生 物

問題Ⅳ、Ⅴは選択問題です。どちらか1つを選択して解答しなさい。重複解答の場合は採点しません。

- Ⅰ 経営学において、「アメーバ経営」という概念がある。次の文章を読み、アメーバに関する以下の問1～3に答えなさい。(配点19点)

アメーバ経営という経営方式では、会社の中に「アメーバ」という小さな組織を設置し、これらが自主的に他のアメーバや社外の企業と取引をすることにより収益の向上を目指す。企業内のアメーバは独立した採算単位であり、明確な意思と目標を持ち、自ら成長を続けようとする一つの自立した組織である。企業内のアメーバは、成長して大きくなったら分裂する。一つのアメーバが複数の大きささまざまな大きさのアメーバに分裂することもある。しばらく分裂をせずに、大きなアメーバが形成されることもある。また、実状に応じて複数のアメーバが合体し、一つに統合することもある。このような企業内小集団組織の様子は、まるで「細胞分裂を自由自在に繰り返すアメーバのようだ」と表現されたことから、この経営管理の手法は「アメーバ経営」と名付けられている。

ところで、実際のアメーバ(*Amoeba proteus*)は単細胞の原生生物であり、生活環境のすべてを単細胞状態で過ごしている。この生物(以下、生物アメーバと呼ぶ)は、私たちヒトを含む多細胞動物の白血球と共通した細胞増殖のしくみを持っている。企業経営におけるアメーバ(以下、経営アメーバと呼ぶ)は、生物アメーバと比べると、似ている点もあるが異なっている点も多い。

問 1 どのような点が生物アメーバと経営アメーバは似ており、また異なっているか、以下の(a)~(d)の中から、正しい内容が書かれている文章の記号を選び解答欄にすべて記入しなさい。

- (a) 生物アメーバは必ず二分分裂で増えるが、経営アメーバは一度に多数のアメーバへと分裂することがある。
- (b) 生物アメーバも経営アメーバも、分裂によって構成要素を不均等に分配することがある。
- (c) 生物アメーバは分裂から次の分裂までに約2倍以上には大きくならないが、経営アメーバではそうとは限らない。
- (d) 生物アメーバも経営アメーバも、状況により複数のアメーバが融合・合体することがある。

問 2 生物アメーバも経営アメーバも、個々のアメーバが他のアメーバと競合することはあるが、同種の他のアメーバに対して攻撃することはない。生物アメーバが他種の生物のみを攻撃する理由は、他種の生物を非自己として認識し、捕食する機構を持っているからである。同様のはたらきはヒトのリンパ球にも存在しており、体内に取り込まれたものに対する自己・非自己の認識を行っている。以下の(1)~(3)に答えなさい。

- (1) 非自己のもののうち、生物が自分にとって異物と認識したものを何と呼ぶか答えなさい。
- (2) 異物と認識されたものを排除するしくみを何と呼ぶか答えなさい。
- (3) 生物アメーバは、細胞外に分泌する化学物質を用いて自己・非自己を識別し、共食いを防いでいると考えられている。このような、『体外に分泌されて同種の個体に特有な反応を起こさせる化学物質』のことを一般的に何と呼ぶか答えなさい。

問 3 生物アメーバも経営アメーバも、外界との間でさまざまな物質や情報をやりとりしている。経営アメーバでは、経営に必要な情報や原材料を他から取り入れ、それを加工したり付加価値を付けて他に販売することで利潤を得ている。生物アメーバも、外環境からさまざまな栄養源を取り入れ、それらを消化・吸収することで増殖に必要な生体物質を合成したりエネルギーを獲得している。生物アメーバを包む細胞膜は、リン脂質の二重膜構造をしている。リン脂質膜は基本的には酸素や二酸化炭素を除いてほとんどの物質を通さない性質を持っている。しかし、実際は多くの分子が細胞膜を横切って運ばれているし、さまざまな情報も細胞膜を介して伝達されている。なかでも、細胞膜を介したイオンの輸送は細胞内外のイオン濃度差の維持や活動電位の発生に重要な役割を果たしている。細胞膜を介したイオン輸送の仕組みについて、以下の語句をすべて用いて説明しなさい。

(能動輸送 受動輸送 ナトリウムポンプ ATP ADP イオンチャネル)

Ⅱ 以下の文章を読んで、問 1～4 に答えなさい。(配点 19 点)

有性生殖を行うカエルでは、雌の卵巢と雄の精巢でそれぞれ形成された^(A)
 ア 形配偶子である卵と精子が、 イ により体 ウ で受精する。

多量の卵黄が エ 極側に偏って分布しているカエルの受精卵は、最初は オ な、途中から カ な卵割を繰り返しながら発生し、原腸胚の後期^(B)には、割球群が図 1 に示す(あ)、(い)、(う)の三種類の胚葉に区分される。その後、これらの胚葉からさまざまな組織や器官がつくられ、 キ 期に達するとふ化し、やがて独立生活をする ク になる。

アフリカツメガエルでは、未受精卵に紫外線を照射したのちに他の系統の^(C)
 ク から採取した小腸上皮細胞の核を移植したところ、成功率は低いものの、クローン個体が誕生している。

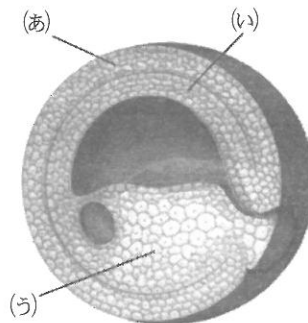


図 1

問 1 空欄 ア ～ ク にあてはまる正しい語句を、それぞれの選択肢から一つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

ア	(a) 同	(b) 異
イ	(a) 交 尾	(b) 抱 接
ウ	(a) 外	(b) 内
エ	(a) 動 物	(b) 植 物

オ	(a) 等 割	(b) 不等割
カ	(a) 等 割	(b) 不等割
キ	(a) 尾芽胚	(b) 神経胚
ク	(a) 幼 生	(b) 胎 児

問 2 下線部(A)について、以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 雌雄間で1個の母細胞から形成される配偶子の数、すなわち卵と精子の数には差がある。その違いを生じさせるしくみについて簡潔に述べなさい。
- (2) 精子形成の途上にある一次精母細胞から形成された精子とこの精子が受精した直後の卵(受精卵)では核DNA量が変化している。一次精母細胞の核DNA相対量を1として、精子と受精卵の相対量を、以下の選択肢からそれぞれ一つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (a) $\frac{1}{8}$ (b) $\frac{1}{4}$ (c) $\frac{1}{2}$ (d) 1
 (e) 2 (f) 4 (g) 8

問 3 下線部(B)について、図1の(i)の胚葉から分化する器官を以下の選択肢から二つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (a) 脳 (b) 大 腸 (c) 腎 臓 (d) 肝 臓
 (e) 肺 (f) 小 腸 (g) 胃 (h) 心 臓

問 4 下線部(C)の実験について、以下の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 未受精卵に紫外線を照射した理由を簡潔に述べなさい。
- (2) この実験でわかったアフリカツメガエルの小腸上皮細胞の核が持つ性質を答えなさい。
- (3) ほ乳類の体細胞が(2)と同じ性質を持っていることが、初めて実証された動物種を答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読んで、問 1 ～ 4 に答えなさい。(配点 19 点)

エチレンは、果実の成熟、落葉・落果、老化の促進などさまざまな作用を持つ植物ホルモンである。エチレン生成は花の老化を促進させる要因の一つとされ、多くの植物の花では花卉のしおれや落花が始まる前にエチレン生成量が急激に増加する。

ある植物において、落花までの期間が長い 3 種の純系、「純系 1」、「純系 2」および「純系 3」がある。これらの純系の花はエチレンを生成しない。花のエチレン生合成に関係する遺伝子を明らかにするため、これら 3 種の純系とエチレンを生成する「純系 4」を用いて以下の交配実験を行い、得られた個体の花におけるエチレン生成量を測定した。

＜実験 1＞ 「純系 1」、「純系 2」および「純系 3」とエチレンを生成する「純系 4」を交配してできた雑種第一代(F_1)の花はいずれもエチレンを生成した。いずれの交配組合せの F_1 も、自家受粉して得られた雑種第二代(F_2)には、エチレンを生成する花としない花が 3 : 1 に分離した。

＜実験 2＞ 「純系 1」、「純系 2」および「純系 3」を相互に交配してできた F_1 の花はいずれもエチレンを生成した。

実験 1 と実験 2 の結果から、花のエチレン生合成には 3 個の優性遺伝子(A, B と C とする)が関係していると推測された。「純系 1」、「純系 2」および「純系 3」はこれら遺伝子に対する劣性の対立遺伝子 a, b と c をそれぞれホモに持ち、各純系の遺伝子型は「純系 1」($aaBBCC$)、「純系 2」($AAbbCC$)および「純系 3」($AABBcc$)となった。

＜実験 3＞ 実験 2 の各 F₁ を自家受粉して得られた F₂ 群における花のエチレン生成量を測定した。「純系 1」と「純系 3」の F₂、および「純系 2」と「純系 3」の F₂ では、エチレンを生成する花としない花が 9 : 7 に分離した。一方、「純系 1」と「純系 2」の F₂ におけるエチレンを生成する花としない花の分離比は 1 : 1 に近かった。

実験 3 の F₂ 群の表現型の分離比から、A、B と C 遺伝子は相互に ア 遺伝子として働くと考えられた。交配組合せによる表現型の分離比の違いは、A と B 遺伝子が C 遺伝子に対して イ に遺伝するのに対し、A と B 遺伝子が連鎖しているため生じたと考えられた。

次に、A、B と C 遺伝子がコードしているタンパク質のエチレン生合成経路における働きを調べるため、実験 4 と実験 5 を行った。

＜実験 4＞ 花のエチレン生合成経路には、中間代謝産物となる 2 種類の物質 (X と Y) が関係している。物質 X と Y の水溶液を調製し、各水溶液に茎を適当な長さに切った「純系 1」、「純系 2」および「純系 3」の花をそれぞれ挿し、エチレン生成量を測定した。その結果、「純系 1」と「純系 2」を物質 Y の水溶液に挿した処理区でのみ、エチレンが生成された。

＜実験 5＞ 「純系 1」、「純系 2」および「純系 3」における A、B と C 遺伝子の mRNA の合成を調べた。A 遺伝子の mRNA は「純系 2」と「純系 3」で合成されていたが、「純系 1」では合成されていなかった。B 遺伝子の mRNA は「純系 3」でのみ合成されていた。C 遺伝子の mRNA は「純系 1」と「純系 2」で合成されていたが、「純系 3」では合成されていなかった。

問 1 空欄 ア と イ にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問 2 実験 3 の下線部(A)について、以下の問に答えなさい。

A と B 遺伝子が完全に連鎖している場合、「純系 1」と「純系 2」の F_1 を自家受粉して得られた F_2 には、エチレンを生成する花としない花が 1 : 1 に分離する。しかし、分離比が 1 : 1 からずれていたことから、A と B 遺伝子間で組換えが生じている可能性がある。ここで、A と B 遺伝子間の組換え価を 12.5 % とした場合の F_2 の表現型の分離比(エチレンを生成する花 : エチレンを生成しない花)を答えなさい。

問 3 問 2 の 12.5 % の組換え価で生じるエチレンを生成しない F_2 個体群(F_2 非生成個体群)すべてに「純系 2」を交配したとする。このとき、次世代でエチレンを生成する花が出現する F_2 個体は、 F_2 非生成個体群の何%にあたるか、有効数字 2 桁で答えなさい。

問 4 実験 4 と実験 5 の結果から、A、B と C 遺伝子がコードしているタンパク質は、エチレン生合成経路においてどのような働きをしていると考えられるか。(a)~(g)の中から最も適切と考えられるものをそれぞれ一つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (a) 物質 X からエチレンを合成する酵素タンパク質
- (b) 物質 Y からエチレンを合成する酵素タンパク質
- (c) 物質 X から物質 Y を合成する酵素タンパク質
- (d) 物質 Y から物質 X を合成する酵素タンパク質
- (e) A 遺伝子の転写を促進する調節タンパク質
- (f) B 遺伝子の転写を促進する調節タンパク質
- (g) C 遺伝子の転写を促進する調節タンパク質

問題Ⅳ、問題Ⅴのうち1つを選んで解答しなさい。(重複解答の場合は採点しません。)

Ⅳ (選択問題) 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点18点)

生物が進化するためには、遺伝子に生じた突然変異によって、集団中に が生じる必要がある。突然変異は個体ごとに起こるが、 や のはたらきによって集団の中に広がることがある。集団に含まれる遺伝子のすべてを と呼び、この中で生じる の変化が進化の実態である。

突然変異が個体の表現型を変化させ、その表現型を持つことは個体の生存や繁殖において有利になることがある。 そのような表現型を持つ個体は、^(A) 持たない個体に比べて次世代に残す子の数が 。その結果、そのような突然変異が生じた遺伝子は、次世代の に占める割合が する。このようなしくみを と呼ぶ。

DNA の塩基配列に突然変異が生じて、タンパク質のアミノ酸配列には変化をおよぼさないことが多い。したがって、多くの突然変異は、個体の生存や繁殖に影響しない。このような考え方を という。このような突然変異を含む遺伝子が、次世代にどの程度伝わるかは ^(B) によって偶然に決まり、時にはある特定の突然変異だけが残ることもある。また、さまざまな生物種の間で、特定の遺伝子の塩基配列を比較することで、生物種間の類縁関係をあらわす図1のような を描くことができる。

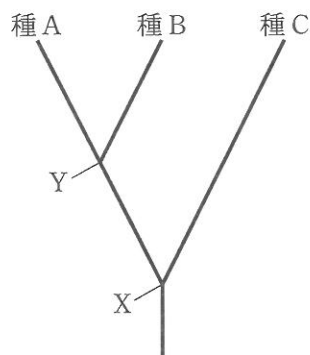


図1

問 1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問 2 下線部(A)について、空欄 と にあてはまる最も適切な語句の組み合わせを、以下の(a)～(d)から選び、記号を解答欄に記入しなさい。

- | | |
|-------------|---------|
| (a) (あ) 多 い | (い) 増 加 |
| (b) (あ) 多 い | (い) 減 少 |
| (c) (あ) 少ない | (い) 増 加 |
| (d) (あ) 少ない | (い) 減 少 |

問 3 下線部(B)について、以下の(1)と(2)に答えなさい。

(1) このようなしくみがより強くはたらくのはどのような状況のときか。以下の(a)～(d)から最も適切なものを一つ選び、記号を解答欄に記入しなさい。

- (a) 集団に含まれる個体数が多いとき
- (b) 集団に含まれる個体数が少ないとき
- (c) 集団を取り巻く環境が厳しいとき
- (d) 集団を取り巻く環境が穏やかなとき

(2) このようなしくみが主要な役割をになう現象は何か。以下の(a)～(d)から最も適切なものを一つ選び、記号を解答欄に記入しなさい。

- (a) 地理的隔離 (b) 遺伝子平衡 (c) 適者生存 (d) びん首効果

問 4 図 1 について、以下の(1)と(2)に答えなさい。

(1) X と Y では一つの祖先種が枝分かれして、二つの子孫種が生じている。X や Y で起こった現象の名称を答えなさい。

(2) 図 1 は、時間とともに遺伝子の塩基が置換し、配列がほぼ一定の率で変化するという性質を利用して描かれている。図 1 に使用した遺伝子の塩基配列を比較したところ、その違いは種 A と種 B では 3 % であり、種 A と種 C、種 B と種 C の間の違いは、ともに 5 % だった。この遺伝子の塩基置換の速度が 100 万年あたり 1 % であるとする、X と Y の間は何万年であると推定されるか、答えなさい。

問題Ⅳ、問題Ⅴのうち1つを選んで解答しなさい。(重複解答の場合は採点しません。)

V (選択問題) 次の文章を読んで、問1～4に答えなさい。(配点18点)

ある地域に生息している同種の個体の集合を個体群といい、一定の生息空間あたりの個体数を ^(A) という。適当な環境下にある個体群では、繁殖によって個体数が増えるが、これを個体群の とよぶ。個体数の増え方を時間とともにグラフにあらわすと、始めは急激に個体数が増加するが、しだいに増加率が低下し、個体数はやがて一定になる。このときの、生息空間あたりの個体数の上限を とよぶ。

個体群に含まれる個体の間には、さまざまな関係が見られる。一定の生息空間あたりの個体数が多くなると、共通の資源をめぐる種内競争は ^(B) 。それにより、個体の繁殖率は ^(B) ため、結果として一定の生息空間あたりの個体数は 。

種内競争を避けるため、動物の個体が他の個体を排除して、一定の空間を独占する行動、すなわち ^(C) を形成することがある。一方、個体どうしが集まって ^(D) 共に行動することもあり、これを という。

問1 空欄 ～ にあてはまる最も適切な語句を解答欄に記入しなさい。

問2 ある池に生息するクサガメの個体群について、標識再捕法によって個体数を推定しようとした。まず始めに捕獲、標識した後に放した個体数は30個体だった。池の中のクサガメが十分に混ざりあった後、再捕獲した数は50個体であり、そのうち標識のついた個体は5個体だった。また、池の面積は500 m²であった。このとき、下線部(A)にあたる量を計算し、解答欄に記入しなさい。

問 3 下線部(B)について、以下の(1)と(2)に答えなさい。

(1) 空欄

a

 ～

c

 にあてはまる語句を下の選択肢からそれぞれ選び、記号を解答欄に記入しなさい。

- | | |
|-----------------|---------------|
| (a) (ア) 激しくなる | (イ) 弱まる |
| (b) (ア) 上昇する | (イ) 低下する |
| (c) (ア) 激しく変化する | (イ) ほぼ一定に保たれる |

(2) このような過程は個体群のさまざまな特性に影響すると同時に、個体群に含まれる個体の生理や発育などにも影響することがある。このような影響の名称を答えなさい。

問 4 下線部(C)と(D)について調べるため、以下のような実験を行った。説明文を読んで、以下の(1)と(2)に答えなさい。

ある河川の中流域においてアユの個体群を調査したところ、多くの個体は下線部(C)の行動をとっていた。そこへ、人為的に大量の個体を放流したところ、下線部(C)の行動をとっていた個体の多くは、下線部(D)の行動をとるようになった。

(1) 下線部(C)の行動が下線部(D)の行動に変化した理由について、利益と労力の関係から説明しなさい。

(2) 大量の個体を放流した後も、下線部(C)の行動をとり続ける個体があったが、その個体が占める空間の大きさには放流前と比べて変化が見られた。利益と労力の観点からどのような変化であったと考えられるか。下の選択肢から選び、記号を解答欄に記入しなさい。

- | | |
|------------------|------------------|
| (a) 放流前よりも大きくなった | (b) 放流前よりも小さくなった |
|------------------|------------------|