

選 択 科 目

(医 学 部)

— 2 月 3 日 —

物 理 }
化 学 } この中から 1 科目を選択して解答しなさい。
生 物 }

科 目		問 題 の ペ ー ジ
物	理	1 ～ 6
化	学	7 ～ 16
生	物	17 ～ 31

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

1

次の問題文を読み、以下の各問いに答えなさい。

地球は46億年前に誕生し、10億年前には多細胞生物が生まれ、7億年前にはほぼ地球全体が氷河で覆われる気候変動を経て、その後温暖化し、5億4千万年前くらいから生物の多様化が急速に進行した。⁽¹⁾そして、4億5千万年前のオルドビス紀までに、光合成生物が大量の酸素を放出したことで、成層圏に（ア）が形成され、これが生物にとって有害な紫外線を吸収し、生物の海から陸上への進出が可能となった。⁽²⁾その後、植物が陸上で繁栄し始め、大気中の酸素濃度がさらに高くなり、動物が上陸できる状態となった。

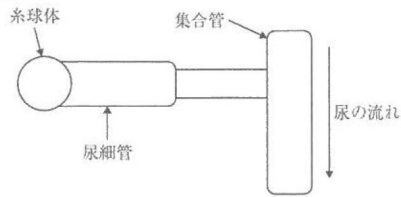
脊椎動物が海から上陸するためには、圧力、呼吸、浸透圧などの変化に適応することが必要だった。これらの中で、浸透圧の変化への適応を考えたとき、まず海水から淡水で生活できるシステムを作る必要があった。硬骨魚が海水から淡水に移るには、大きな浸透圧の差に適応する必要がある。現在の硬骨魚類は、海水中では、海水を体内に取り込み、余分な塩類を（イ）から排出する。腎臓で作られる尿の塩類濃度は、体液とほぼ同等である。これに対し、淡水中では、（イ）から塩類を取り込み、腎臓で体液より低い塩類濃度の尿を体外に排出している。⁽³⁾腎臓の起源は、約5億年前の海底で生活していた原索動物（頭索動物亜門と尾索動物亜門）⁽⁴⁾に見いだせる。この動物は海水を飲み、体内の不要物質を単純な腎管と呼ばれる腎臓の原型で排出していた。

海水硬骨魚の腎臓はそれほど多くの機能は有していない。しかし、淡水硬骨魚や両生類になると体液よりも塩類濃度が希釈された尿を作るため、遠位尿細管と呼ばれる部位が発達することになった（図1：淡水硬骨魚・両生類・ハ虫類）。淡水硬骨魚の遠位尿細管は水の透過性がなく、塩類をナトリウムポンプなどによって体内へくみ出すため、希釈尿の排出が可能となり、淡水での環境に適応した。⁽⁵⁾なお、糸球体に近い尿細管を近位尿細管と呼ぶ（図1）。陸上で生活することとなったハ虫類と鳥類を比較すると、ハ虫類では体液組成の変動に対し高い耐性を獲得することでその環境に適応したが、鳥類では腎臓が大きく進化して体液組成を安定化することで適応した。鳥類が獲得した腎臓の特徴は、機能的には、濃縮された高濃度で少ない量の尿を作りだし排出できるようになったこと、構造的には、尿細管がループ状となり（ネフロンループ）、集合管が遠位尿細管と並行する形状に変化したことである⁽⁶⁾（図1：鳥類）。この結果、近位尿細管と遠位尿細管が逆方向に向かい合うことによって、対向流増幅系と呼ばれる機構が生まれ（図1：鳥類）、このループの先端側、すなわち、腎臓の（ウ）で塩類濃度は増加し、そして浸透圧も増加、これにより皮質－髄質間で浸透圧勾配が作り出されることになった（図1：鳥類）。さらに、（エ）の近位尿細管と集合管で水が再吸収され、より濃縮された高濃度の尿が排出されることとなった。哺乳類になると、より長いネフロンループが作られることにより対向流増幅系が強化され、より強い浸透圧勾配が作られ、最終的に水の再吸収効率が上昇した⁽⁷⁾（図1：哺乳類）。このように生物は環境に適応するように、数多くの進化を遂げているのである。

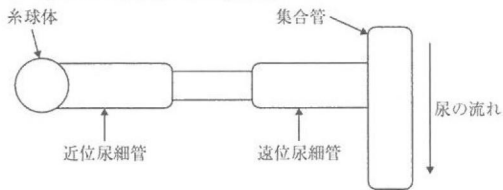
注）尿細管と細尿管は同義語である

生 物

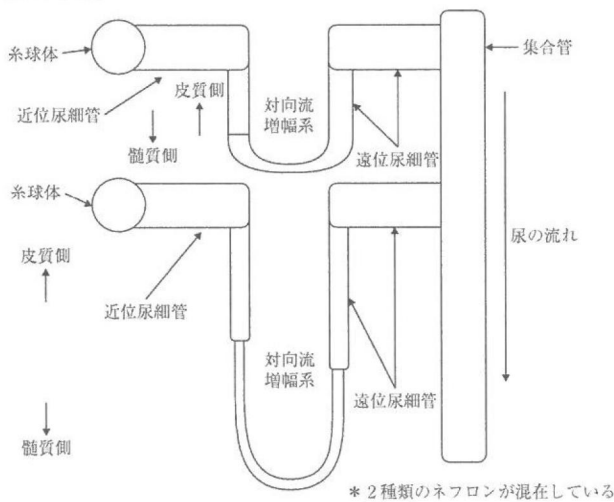
海水硬骨魚



淡水硬骨魚・両生類・ハ虫類



哺乳類



鳥類

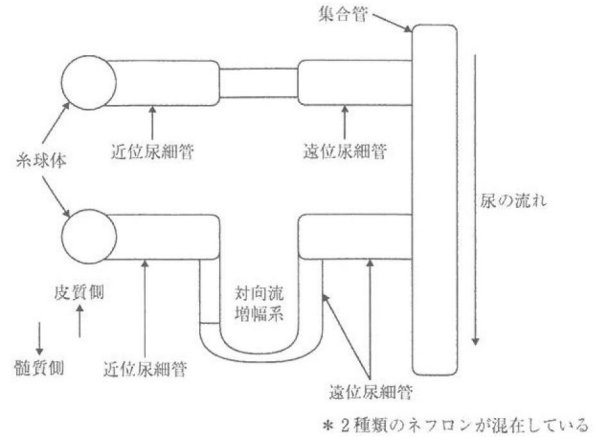


図1 ネフロンの進化

問1 文章中の空欄 (ア) と (イ) に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(1)のような気候変動は何と呼ばれるか、その名称を答えなさい。

問3 下線部(2)のような現象は何と呼ばれるか、その名称を答えなさい。

問4 淡水に生息する硬骨魚類に下線部(3)のような調節機構が必要な理由について、句読点を含めて40字以内で答えなさい。

問5 下線部(4)はどの動物に該当するか、以下のa～eの選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- a. ホヤ b. ヒトデ c. ナマコ d. ヤツメウナギ e. ウミユリ

問6 下線部(5)の遠位尿細管に水の透過性がない理由は、水分子を通過させる膜タンパク質が存在しないためである。

その膜タンパク質の名称を答えなさい。

問7 鳥類が下線部(6)のような機能を獲得する必要があった理由について、句読点を含めて25字以内で答えなさい。

問8 文章中の空欄(ウ)と(エ)に当てはまる、最も適切な語句の組み合わせを、以下の1～4の選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

1. ウ：髄質側，エ：髄質側
2. ウ：髄質側，エ：皮質側
3. ウ：皮質側，エ：髄質側
4. ウ：皮質側，エ：皮質側

問9 哺乳類の腎臓では、塩以外の物質も利用して、下線部(7)のように浸透圧勾配を増強させている。それは肝臓で作られた窒素を含む毒性の低い老廃物である。その名称を答えなさい。

問10 糸球体でろ過された原尿から様々な物質が近位尿細管で再吸収される。近位尿細管では、水と無機塩類の一部を再吸収し、さらに、体のエネルギー源や構成成分となる物質のほぼすべてを再吸収することができる。そのほぼすべてが再吸収される物質の名称を2つ答えなさい。

2

以下の各問いの下線部または空欄 a と b に該当する語句または数値を答えなさい。

- 問 1 骨格筋の興奮－収縮連関において、収縮に際して重要な役割を担うイオン_aの名称を答えなさい。また、そのイオンを高濃度に含む細胞内器官_bの名称を答えなさい。
- 問 2 膝蓋腱反射の受容器_aと効果器_bの名称をそれぞれ答えなさい。
- 問 3 中枢神経系細胞総数の大部分を占める細胞_aの名称を答えなさい。また、末梢神経の髄鞘を形成する細胞_bの名称を答えなさい。
- 問 4 視覚器で明・暗順応に主として関連する視細胞_aと視物質_bの名称をそれぞれ答えなさい。
- 問 5 中枢に伝わる感覚の強弱は、興奮する感覚ニューロンの (a) と、発生した興奮の (b) で決定される。
- 問 6 酵素のうち、血液凝固_aおよび線溶_bの機序で主要な役割を果たすものの名称をそれぞれ答えなさい。
- 問 7 副腎皮質刺激ホルモンの刺激で分泌され、さまざまな器官での糖新生を促進するホルモン_aの名称を答えなさい。また、その糖新生の材料となる物質_bの名称を答えなさい。
- 問 8 膵臓のランゲルハンス島 A 細胞から分泌されるホルモン_aと、そのホルモンが作用を及ぼす標的器官_bの名称をそれぞれ答えなさい。
- 問 9 心臓は、血液循環の中心であり全血液が通るが、それ以外の臓器・器官で安静時でも全血液が通過するのはどの器官_aか、その名称を答えなさい。同様に、安静時に全血液量の約 20% が循環し、血液中の老廃物を取り除く役割を果たすのはどの器官_bか、その名称を答えなさい。
- 問 10 ヒトの血液型は、赤血球の表面に存在する抗原 A と抗原 B の有無により決定される。相同染色体上の対立遺伝子 A と B は、O に対して常に優性であることから、表現型としては A, B, AB, O 型があるが、遺伝子型としては AA, AO, BB, BO, AB, OO が存在する。遺伝子型が AO と BO の両親から血液型 AB 型_aの子が生まれる確率 (%) を求めなさい。同様に、遺伝子型が AB と OO の組み合わせで血液型 O 型_bの子が生まれる確率 (%) を求めなさい。

3

次のⅠとⅡの文章を読み、それぞれ以下の各問いに答えなさい。

Ⅰ. 筋肉は、直径 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の筋繊維（筋細胞）からなっている。筋繊維の細胞膜の中には、筋原繊維が縦方向に走っている。この筋原繊維を顕微鏡で観察すると、A 帯と呼ばれる暗い領域と、I 帯と呼ばれる明るい領域からなる横紋がみられる。また、A 帯の中心部には、H 帯と呼ばれるやや明るい領域がある。H 帯の中心には 1 本の暗い線が観察され、M 線と呼ばれる。I 帯の中心にも 1 本の暗い線が観察され、これは Z 線と呼ばれる。筋原繊維は収縮の担い手であり、タンパク質であるミオシン、アクチン、トロポミオシン、トロポニンなどが含まれている。筋原繊維の横断面を電子顕微鏡で観察すると、（イ）帯には図 1 のように太い繊維と細い繊維が規則正しく並んでいる部分が認められ、（ロ）帯には細い繊維のみが、（ハ）帯には太い繊維のみが存在していた。筋原繊維を構成するタンパク質のうち、（ニ）は太い繊維に含まれ、（ホ）は細い繊維に含まれていた。次に、図 2 の筋繊維を収縮させたときの筋原繊維の縦断面の様々な領域の長さを計測したところ、a～d で示した領域のうち、（ヘ）の幅は徐々に短縮するが、（ト）の幅は変化しなかった。すなわち、（ア）ということがわかった。こうした観察結果から、固定された（ト）の繊維どうしで、（チ）の間に（リ）が滑り込むことによって（ヘ）が短縮することが、筋肉が収縮する仕組みであるという滑り説が提唱された。

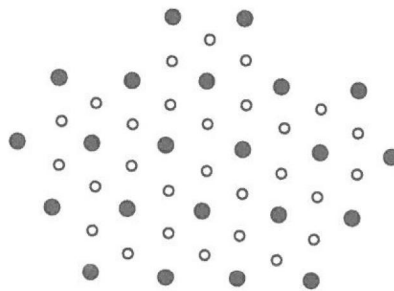


図 1 筋原繊維の横断面における太い繊維（●）と細い繊維（○）の模式図

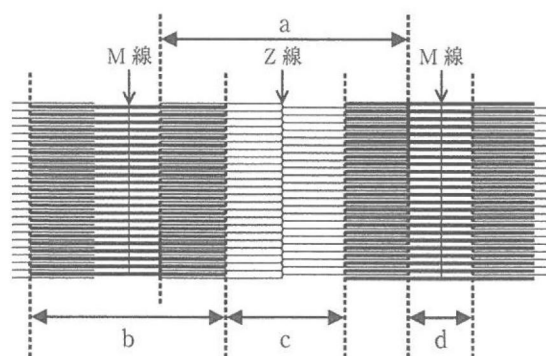


図 2 筋原繊維の縦断面の模式図

問 1 文章Ⅰの空欄（イ）～（ホ）に当てはまる最も適切な語句を、文章中から抜き出し、答えなさい。ただし、1つの空欄に複数の語句が当てはまる場合は、そのすべてを答えなさい。

問 2 文章Ⅰの空欄（ヘ）と（ト）に当てはまる筋原繊維の領域を、図 2 の a～d の中からすべて選び、記号で答えなさい。

問3 文章Ⅰの空欄（ A ）に当てはまる最も適切な文章を，以下の1～4の選択肢の中から1つ選び，番号で答えなさい。

1. 太い繊維と細い繊維のそれぞれの長さは伸縮しない
2. 太い繊維と細い繊維のそれぞれの長さは伸縮する
3. 太い繊維の長さは伸縮しないが，細い繊維の長さは伸縮する
4. 太い繊維の長さは伸縮するが，細い繊維の長さは伸縮しない

問4 文章Ⅰの空欄（ チ ）と（ リ ）に当てはまる筋原繊維の領域を，図2のa～dの中からそれぞれ1つずつ選び，記号で答えなさい。

問5 図2の筋原繊維を張力が発生しなくなる時点まで最大限伸展させたとき，一つのサルコメアの長さは $3.8\mu\text{m}$ であり，I帯の長さは $2.2\mu\text{m}$ であった。この筋原繊維のサルコメア当たりのアクチンフィラメントとミオシンフィラメントそれぞれの長さを求めなさい。ただし，M線やZ線の幅は無視できるものとする。

問6 図2の筋原繊維を収縮させ，H帯が完全に観察されなくなった時点におけるサルコメアの長さを求めなさい。ただし，M線やZ線の幅は無視できるものとする。

Ⅱ. 筋肉の代謝において、以下の反応を触媒する 3 種類の酵素が重要である。

- ① クレアチンキナーゼ・・・反応式：クレアチンリン酸 + ADP $\longrightarrow$ クレアチン + ATP
 ② アデニル酸キナーゼ・・・反応式：2ADP $\longrightarrow$ ATP + AMP
 ③ ATPアーゼ・・・・・・・・・・反応式：ATP + H₂O $\longrightarrow$ ADP + H₃PO₄

筋肉は、酸素が無い条件下でもある程度の期間は収縮することができる。この時、筋肉中のグリコーゲンが減少して、乳酸が蓄積する。しかし、無酸素条件下において、モノヨード酢酸で (a) を阻害し、乳酸が生成されない状態にした筋肉でも収縮する。これは、(a) の反応系が利用できなくても ① の反応により、クレアチンリン酸から ATP が生成することで、筋収縮により消費された ATP はすぐに補われるからである。ヒトの筋肉は、1 グラム当たり 5 μ モルの ATP と、30 μ モルのクレアチンリン酸を含有している。1 モルの ATP で 8 キロカロリーの仕事ができる。したがって、無酸素条件下でモノヨード酢酸を添加した液に浸された 100 グラムの筋肉は、反応式 ① から、理論上 (b) カロリーの仕事が行えることになる。

筋収縮において、実際に消費される ATP の量を求めるために、無酸素条件下で、モノヨード酢酸と、① の反応を阻害する試薬を加えて筋肉を収縮させたところ、表 1 のような結果となった。

表 1 1 回の筋収縮前後の含有量 (μ モル*)

	ATP	ADP	AMP
収縮前	1.24	0.65	0.13
収縮後	0.82	(d)	0.25

*モル：物質の量の単位

① の反応を阻害しても ② と ③ の反応は進行する。したがって、表 1 において、1 回の筋収縮において消費された ATP は、見かけ上 0.42 μ モルであるが、② の反応も同時に起こるので、実際に消費された ATP 量は、(c) μ モルであることが分かった。また、反応式 ③ から、収縮により ADP は (c) μ モル生成すると考えられるが、やはり ② の反応も同時に起こるので、収縮後の実際の ADP 含有量は、(d) μ モルであることが分かった。

問 7 文章Ⅱの空欄 (a) ~ (d) に当てはまる最も適切な語句または数値を答えなさい。

4 次のⅠとⅡの文章を読み、それぞれ以下の各問いに答えなさい。

Ⅰ. 遺伝子の転写の有無や量は、転写調節領域と呼ばれる DNA 配列と、その配列に結合する調節タンパク質によって制御されている。X 遺伝子の発現調節の仕組みを調べるために、2 種類のヒト細胞株（それぞれ C1 細胞、C2 細胞とする）をもちいて以下の実験を行った。

実験 1

C1 細胞と C2 細胞からそれぞれのゲノム DNA を抽出し、X 遺伝子の発現調節に関わっていると予想される領域について、塩基配列を段階的に短くし、発光タンパク質をコードする遺伝子（レポーター遺伝子）とつなぎ合わせた組換え DNA を 6 つ作製した（図 1）。この実験では、発光の強さとタンパク質の発現量は正の相関を示すので、発光の強さは該当する発現調節領域の活性による X 遺伝子の発現量を反映するとみなせる。C1 細胞から作製した組換え DNA は C1 細胞に、C2 細胞から作製した組換え DNA は C2 細胞にそれぞれ導入し、レポーターの発光量を測定したところ、図 2 の結果となった。C1 細胞の結果から、図 1 に示すイ～ホの塩基配列のうち X 遺伝子の転写促進に最も関与している領域は（ A ）であると考えられた。さらに、X 遺伝子の発現に関係するタンパク質 P を欠損させた C1 細胞を作製したところ、C2 細胞のレポーターの発光量と同程度となった。この実験では、それぞれの組換え DNA が細胞に導入される割合と、細胞ごとの翻訳効率とは同等であるとする。

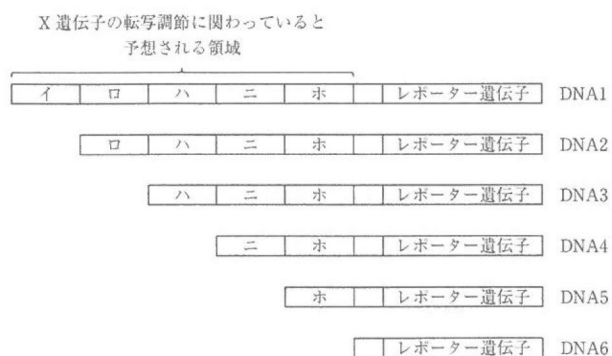


図 1 実験 1 で作製した組換え DNA の模式図

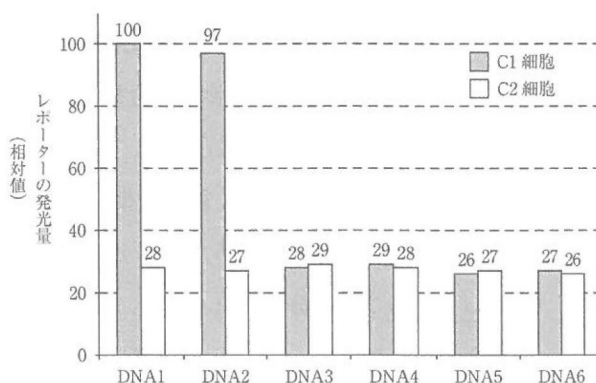


図 2 C1 細胞と C2 細胞におけるレポーターの発光量

問 1 文章Ⅰの空欄（ A ）に当てはまる最も適切な記号を、図 1 のイ～ホの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

問 2 C1 細胞と C2 細胞で X 遺伝子の発現量が異なる理由を考えたい。実験 1 の結果と矛盾しないものを、以下のア～エの選択肢の中からすべて選び、記号で答えなさい。ただし、次に示す実験 2 の結果は考慮しなくてよい。

- ア. X 遺伝子の転写を促進するタンパク質 P は C1 細胞に発現し、C2 細胞には発現しない
- イ. X 遺伝子の転写を抑制するタンパク質 P は C2 細胞に発現し、C1 細胞には発現しない
- ウ. X 遺伝子の転写を促進するタンパク質 P は C2 細胞の（ A ）に結合しない
- エ. X 遺伝子の転写を抑制するタンパク質 P は C1 細胞の（ A ）に結合しない

Ⅱ. 問2の推測を検証するために、以下の実験を行った。

実験2

C1細胞の(A)領域と同じ塩基配列をもつ2本鎖DNA(配列Yとする)を合成し、紫外線をあてると蛍光を発する物質で標識した配列Yを作製した(標識配列Yとする)。この標識配列YとC1細胞の核から抽出したタンパク質を含む溶液(C1抽出液とする)をもちいて実験を行った。その結果を図3に示す。はじめに、標識配列Yのみ(レーン1)、もしくは標識配列YとC1抽出液をよく混合したもの(レーン2)をポリアクリルアミドゲルで電気泳動した。このゲルは、核酸やタンパク質を電気泳動により分離することに適している。また、この電気泳動では、分子や分子複合体のサイズの小さいものが先に泳動方向に移動していく。泳動終了後、紫外線照射器にゲルを置き、蛍光を発する場所を調べたところ、a(レーン1)、または、aとbの位置にバンドが検出された(レーン2)。また、標識配列YとC1抽出液の混合物に、非標識配列Y(蛍光を発する物質を含まないもの)を過剰に加えたところ、aの位置にのみバンドが検出された(レーン3)。

次に、標識配列YとC1抽出液の混合物に、抗体I(タンパク質Pの特定の amino 酸配列に結合する抗体)を加えたところ、aとcの位置にバンドが検出された(レーン4)。一方で、抗体II(タンパク質Pに結合するが、抗体Iとは異なる amino 酸配列に結合する)を加えたところ、aの位置にのみバンドが検出された(レーン5)。

C2細胞についても同様の手法で検討を行った。標識配列YとC2細胞の核から抽出したタンパク質を含む溶液(C2抽出液とする)を良く混合したものを電気泳動したところ、aとbの位置にバンドが検出された(レーン6)。また、標識配列YとC2抽出液の混合物に、非標識配列Yを過剰に加えたところ、aの位置にのみバンドが検出された(レーン7)。標識配列YとC2抽出液の混合物に、抗体Iを加えたところ、aとcの位置にバンドが検出された(レーン8)。標識配列YとC2抽出液の混合物に、抗体IIを加えたところ、aの位置にのみバンドが検出された(レーン9)。

次に、C2細胞の(A)領域に相当する塩基配列をもつ2本鎖DNA(配列Zとする)を合成し、配列Yと配列Zの塩基配列をくらべたところ、配列Zにおいて、タンパク質PがDNA配列に結合するために必要な3ヶ所の塩基が異なっていることが分かった。実際、配列Zを標識したもの(標識配列Zとする)を作製し、標識配列ZとC2抽出液の混合物の泳動では(B)の位置にバンドが検出され(レーン10)、標識配列ZとC1抽出液の混合物では(C)の位置にバンドが検出された(レーン11)。

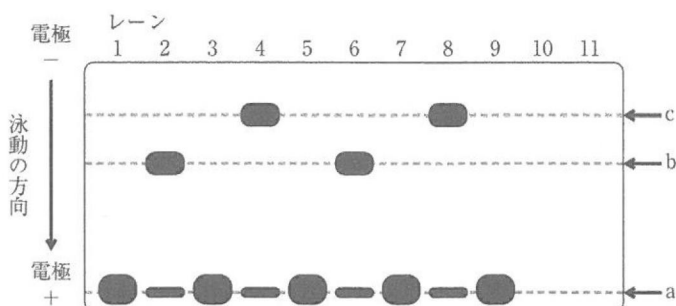


図3 電気泳動によるバンドの模式図(実験2)

- レーン1: 標識配列Y
- レーン2: 標識配列Y + C1抽出液
- レーン3: 標識配列Y + C1抽出液 + 非標識配列Y
- レーン4: 標識配列Y + C1抽出液 + 抗体I
- レーン5: 標識配列Y + C1抽出液 + 抗体II
- レーン6: 標識配列Y + C2抽出液
- レーン7: 標識配列Y + C2抽出液 + 非標識配列Y
- レーン8: 標識配列Y + C2抽出液 + 抗体I
- レーン9: 標識配列Y + C2抽出液 + 抗体II
- レーン10: 標識配列Z + C2抽出液
- レーン11: 標識配列Z + C1抽出液

問3 下線部①において、図3のbは何に由来するバンドであると考えられるか。最も適切なものを、以下のア～カの選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. C1抽出液に含まれるプロモーター配列
- イ. C1抽出液に含まれるRNAポリメラーゼ
- ウ. C1抽出液に含まれるタンパク質P
- エ. 標識配列YとC1抽出液に含まれるプロモーター配列の複合体
- オ. 標識配列YとC1抽出液に含まれるRNAポリメラーゼの複合体
- カ. 標識配列YとC1抽出液に含まれるタンパク質Pの複合体

問4 下線部②のような結果になったのは、抗体Iとは異なる抗体IIの特性によるものである。そのような抗体IIの特性について説明したもののうち、最も適切なものを、以下のア～オの選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. タンパク質Pに結合し、標識配列Yにも結合する
- イ. タンパク質Pに結合するが、標識配列Yには結合しない
- ウ. タンパク質Pに結合し、aのバンドにも結合する
- エ. タンパク質Pに結合するが、cのバンドには結合しない
- オ. タンパク質Pが標識配列Yと結合する部位に結合する

問5 下線部③のように、一部の塩基がもとの塩基とは異なる塩基に入れ換わる突然変異を何と呼ぶか、その名称を答えなさい。

問6 文章IIの空欄(B)と(C)のそれぞれに当てはまるバンドの位置はどれか。最も適切なものを、以下の1～7の選択肢の中から1つずつ選び、番号で答えなさい。ただし、問2の選択肢以外の可能性は考慮しなくてよい。

- 1. a
- 2. b
- 3. c
- 4. aとb
- 5. aとc
- 6. bとc
- 7. aとbとc

問7 実験1および実験2で得られた結果から、C1細胞とC2細胞におけるX遺伝子の発現調節の仕組みで分かったものを、以下のア～ケの選択肢の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. C1細胞にのみタンパク質Pが発現している
- イ. C2細胞にのみタンパク質Pが発現している
- ウ. C1細胞とC2細胞のどちらにもタンパク質Pが発現している
- エ. タンパク質PはX遺伝子の転写を促進する核内調節タンパクである
- オ. タンパク質PはX遺伝子の転写を抑制する核内調節タンパクである
- カ. タンパク質Pは配列Yと配列Zのどちらにも結合する
- キ. タンパク質Pは配列Yに結合するが配列Zに結合しない
- ク. タンパク質Pは配列Yに結合しないが配列Zに結合する
- ケ. タンパク質Pは配列Yと配列Zのどちらにも結合しない

5

次の文章を読んで、以下の各問いに答えなさい。

大学の授業では、学生たちにテーマを与えて、個別に問いの答えを考え、互いに議論させる討論がよく行われる。

東海大学の T 教授は、時に物議をかもす面白い討論を企画するユニークな先生である。ある日のこと、T 教授は以下のテーマを提示した。

「世界の神話や伝説では男性が先に創造される話がよくみられます。生物学的には男女どちらが先なのでしょうか。考えてみましょう。」

ゼミのメンバー 3 人は、これについて学習し、自分の意見をまとめ、後日皆の前で発表を行った。

A 君の発表

ヒトの性は 2 本ある (1) の組み合わせによって遺伝的に決められています。ヒトの性決定のスイッチを入れるのは、(1) の (2) 染色体上にある SRY という遺伝子です。その遺伝子産物は核内に存在し、機能は あ ことにあります。ヒト胎児の性は、胎齢 8 週目までは中立で、生殖器も男性と女性両方の原基があります。SRY の影響により分化した生殖巣から (3) が分泌されるようになると、片方は退縮し、もう一方が発達します。ヒトゲノムでは 2 本の (1) を含めすべての遺伝子セットを持つのは、(4) 性の方であり、私はこちらが起源と考えました。

この主張に対して Bさんは「その説は、 い では成り立たないのではないですか。」と反論した。

A 君は回答することが出来なかった。

B さんの発表

ヒト以外の生物には、性は遺伝子ではなく環境により定められる例があります。例えば、魚類であるベラの一種は、遺伝子に関わらず生まれた時は全てメスであり、成長した後で一番体の大きい個体がオスになります。^(a)群れにオスは 1 匹しか要りません。オスを除去すれば次に大きい個体がオスになります。この性決定の仕組みを調べた面白い実験を紹介しましょう。

ベラの性転換実験

1. 体格差のあるメスのベラ 2 匹を水槽で一緒に飼育すると、大きい個体がオスになった。
2. 体格差のあるメスのベラ 2 匹をガラスで仕切った水槽に 1 匹ずつで飼育しても大きい個体がオスになった。
3. 体格差のあるメスのベラ 2 匹を不透明のプラスチック板で仕切った水槽に 1 匹ずつで飼育すると、大きい個体はメスのままであった。
4. 3 と同じ水槽で仕切りを管でつなぎ合わせ、水を流通するようにしたが大きい個体はメスのままであった。
5. メスのベラを 1 匹で飼うと性転換はおこらないが、女性ホルモン合成を妨げるアロマトーゼ阻害剤を水槽に滴下すると、オスになった。

これらの実験によって、 う ということがいえるでしょう。

A 君が「この結果ではメスが最初という結論になりますね。逆もありますか?」と質問した。

B さんは「実は逆もあります。だから性は生物にとって絶対的なものではなく、どちらが先かなんていえないというのが私の結論です。」と答えた。

A 君「なにかすっきりしませんね。」

C さんの発表

ヒトには男性と女性がありますが、ヒトが進化する以前から既にオスとメスは存在していました。したがって、ヒトではどちらが先に発生したかがわかりません。そこで私は原始的な生物に目を向けました。この図を見て下さい。

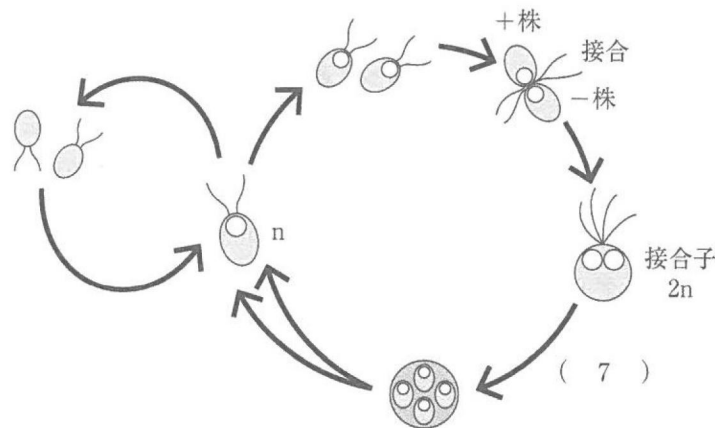


図1 クラミドモナスの生活環

クラミドモナスは単細胞の緑藻です。栄養状態の良いときは、(5) 生殖である細胞分裂で増えます。この単相 (n) の個体には性はありません。しかし栄養状態が悪くなると、+株と-株と呼ばれる (6) となり、接合を行います。ここではクラミドモナスには性があるといえます。接合して複相 (2n) となった接合子はしばらく個体として過ごし、栄養状態が改善すると、図1の (7) を行って、もとの単相 (n) の個体に戻ります。つまり性のない時期と性のある時期を繰り返しています。さらに進化したユードリナでは、(6) は非対称分裂により大小の違いが生じ、接合の効率を上げました。^(b)ここがオスとメスのはじまりといえるでしょう。

A 君が「結論としてはオスとメスどちらが先と考えますか。」と質問した。

C さんは「私の結論は と考えます。」と答えた。

発表をおえて T 教授は総括をした。「3 人とも素晴らしい発表でした。最後の C さんの発表には生物学的な誤りがひとつありますが、^(c)考え方は面白く、素晴らしいものでした。性について、個体の性、細胞の性、遺伝子上の性、社会通念上の性など、いろいろな線引きがあり、実は生物の世界においてこれが正解といえるものはありません。皆さんが独自に学習し、立場を越えて、お互いに理解を深め合うことが大事なのです。さて、次は生物学上の大きな疑問である、『卵とニワトリはどちらが先に現れたのか』をテーマにしましょうか・・・。」

問1 A君の発表について、文章中の空欄（ 1 ）～（ 4 ）に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 文章中の空欄 あ に入る最も適切な文章を、以下のア～カの選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 生殖腺刺激ホルモンとしてはたらき、卵巣を分化させる
- イ. 生殖腺刺激ホルモンとしてはたらき、精巣を分化させる
- ウ. 転写因子としてはたらき、生殖巣原基を卵巣に分化させる遺伝子群を活性化する
- エ. 転写因子としてはたらき、生殖巣原基を精巣に分化させる遺伝子群を活性化する
- オ. 酵素としてはたらき、代謝によって性腺原器を卵巣に分化させる
- カ. 酵素としてはたらき、代謝によって性腺原器を精巣に分化させる

問3 A君の発表に対するBさんの反論として文章中の空欄 い に入る最も適切な文章を、以下のア～オの選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. ミジンコのように単為生殖をする生物
- イ. ニワトリのようにZW型である生物
- ウ. SRY遺伝子をもつことが、未だ証明されていない生物
- エ. アメーバのように、細胞分裂して増える生物
- オ. カタツムリのように雌雄同体の生物

問4 下線部(a)について、ベラの性転換については個体群内でのある相互作用が関わっている。その相互作用の名称を答えなさい。

問5 文章中の空欄 う に入る最も適切な文章を、以下のア～オの選択肢の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. ベラの性転換は互いの接触による求愛刺激が必要である
- イ. ベラの性転換に個体間ではたらく可溶性の伝達物質は関与しない
- ウ. ベラの性転換に性フェロモンが作用している
- エ. ベラの性転換には視覚が関わっている
- オ. ベラの性転換は雄性ホルモンによって引き起こされる

問6 Cさんの発表について、文章中の空欄（ 5 ）～（ 7 ）に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問7 下線部(b)のように、文章中の空欄（ 6 ）に大小の違いを生じさせて接合の効率が上がった理由について、句読点を含めて35字以内で答えなさい。

問 8 文章中の空欄 に入る最も適切な文章を、以下のア～オの選択肢の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 生物はメスを基本型として、後でオスが出現した
- イ. 生物はオスを基本型として、後でメスが出現した
- ウ. 生物はオスとメスが同時に出現し、そこから性のある生殖が始まった
- エ. 性のある生殖が始まり、その後オスとメスが出現した
- オ. 原始的な生物については、高等動物のオス、メスにあたる区別は難しい

問 9 下線部(c)の生物学的な誤りに該当する部分を発論文から抜き出さない。