

平成22年度入学試験問題

理 科

各科目 100点満点

《配点は、学生募集要項に記載のとおり。》

物 理	(1～12 ページ)	化 学	(13～30 ページ)
生 物	(31～50 ページ)	地 学	(51～65 ページ)

(注 意)

1. 問題冊子および解答冊子は係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに65ページ、解答冊子は表紙のほかに、物理：16ページ、化学：12ページ、生物：12ページ、地学：16ページ、である。
3. 問題は物理3題、化学4題、生物4題、地学4題である。
4. 筆答開始後、選択した科目の解答冊子の表紙所定欄に学部名・受験番号・氏名をはっきり記入すること。表紙には、これら以外のことを書いてはならない。
5. ◇総合人間学部(理系)・理・農学部志願者は、物理・化学・生物・地学のうちから2科目を選択すること。
◇教育学部(理系)志願者は、物理・化学・生物・地学のうちから1科目を選択すること。
◇医学部(医学科)・医学部(人間健康科学科「検査技術科学専攻」・「理学療法学専攻」・「作業療法学専攻」)・薬学部志願者は、物理・化学・生物のうちから2科目を選択すること。
◇医学部(人間健康科学科「看護学専攻」)志願者は、生物1科目と物理・化学のうちから1科目の計2科目を解答すること。
◇工学部(地球工学科)志願者は、物理1科目と化学・生物・地学のうちから1科目の計2科目を解答すること。
◇工学部(建築学科・物理工学科・電気電子工学科・工業化学科)志願者は、物理・化学の2科目を解答すること。
◇工学部(情報学科)志願者は、物理1科目と化学・生物のうちから1科目の計2科目を解答すること。
6. 解答は、すべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
7. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
8. 解答冊子は、どのページも切り離してはならない。
9. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、選択した科目の解答冊子は持ち帰ってはならない。

生 物

(4 問題 100 点)

生物問題 I

次の文(A), (B)を読み, 問1~問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

- (A) 自然環境中の要因や人工的な原因により遺伝子の塩基配列が変化することが, タンパク質の機能が多様化したり失われたりする原因となりうる。たとえばDNAを構成する4種類の塩基のうちシトシンが化学的な修飾によりチミンに変化することが、ある頻度で自然に起こる。また、化学物質で処理するとさらに高頻度で塩基配列の変化を誘導することができる。

実験：通常メダカの眼は黒いが、あるアルビノのメダカは、メラニン色素を合成するのに必要なタンパク質Xの伝令RNAの転写がまったく認められないために、眼が白く見える。黒い眼をした野生型のオスのメダカを、さまざまな塩基の置換(突然変異)を誘発することができる化学物質で処理し、上述のアルビノのメスのメダカと交配した。その結果、生まれてきた次世代の個体は、大部分は野生型と変わらない黒眼をしていたが、1,000尾中5尾に、眼の色素がないか、ごく薄い個体(以下、これらをまとめて白眼と呼ぶ)が得られた。

交配に用いたメス親と次世代の白眼の個体5尾、および、次世代で得られた黒眼の個体の中から1尾を選び、それぞれからタンパク質とRNAを抽出した。個体間で等しい量のタンパク質、あるいはRNAを、電気泳動で分子量の違いにより分離した。適切な方法でタンパク質Xとその伝令RNAだけを検出したところ、図1のようになった。なお、図1では、同じ個体から得たタンパク質とRNAは、上下の泳動像で対応している。また、図中のバンドの太さは、検出されたタンパク質Xやその伝令RNAの存在量と比例するものとする。

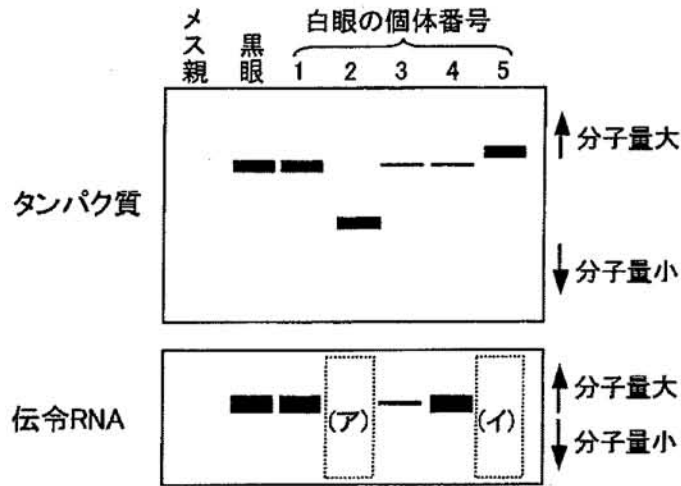


図 1

問 1 下線部①の変化や塩基部分の構造を大きく変える化学的な変化が起こったとき、DNA の二重らせん構造にはどのような影響があると考えられるか。「塩基」という語を用いて解答欄の範囲内で記述せよ。

問 2 あるタンパク質の遺伝子 DNA に TTTCGA という塩基配列が含まれていた。下線部①の変化がこの部分の 2 本鎖 DNA で完全に起こって修復されなかったとき、1 回複製後にこの塩基配列 TTTCGA はどのようになるか。DNA の塩基配列を全て記せ。

問題は次のページに続いている。

問 3 次世代で白眼の個体が出現した原因を調べるために、種々の実験を行った。

その結果、個体 1～5 はそれぞれ異なる原因により白眼になることがわかった。また、その原因は下の a～e に記したようなものであった。以下の(1)、(2)の間に答えよ。

- a. タンパク質 X の遺伝子の転写を調節する領域(プロモーター領域)の配列が変化し、転写に必要な調節因子がその部位へ結合しにくくなった。
- b. タンパク質 X の伝令 RNA のスプライシングに異常が起こり、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で余分なポリペプチド鎖が挿入された。
- c. 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 X の触媒部位が変化し、酵素活性がなくなった。
- d. タンパク質 X の中程にある 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。
- e. 1つのアミノ酸の置換によりタンパク質 X が不安定になり、タンパク質 X が生体内で分解されやすくなった。

(1) 個体 1～5 のそれぞれが白眼になる原因として最も適切なものを a～e の中から選び、解答欄の 1～5 に a～e のいずれかを記入せよ。ただし、抽出作業に伴う RNA やタンパク質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鎖だけで構成されるものとする。

(2) 図 1 の(ア)、(イ)は、(1)の原因により白眼になった個体 2 と個体 5 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、黒眼の個体の伝令 RNA の分子量に比べてどうか。解答欄の(ア)と(イ)に、大きい、同じ、小さい、のいずれかを記入せよ。

(B) タンパク質は、アミノ酸が直鎖状につながったものである。タンパク質の多くは、水に溶けた状態で機能するが、中には、生体膜内に埋め込まれて働くもの(膜タンパク質)もある。網膜で光を吸収する色素タンパク質は、そのような膜タンパク質の1つである。色素タンパク質のアミノ酸が変異すると、機能に多様性が生じることがある。

ヒトの網膜には、明るいところで働き色を区別できるすい体細胞と、薄暗いところでも働くかん体細胞がある。すい体細胞には3種類あり、それぞれ、赤、緑、青の光をよく吸収する色素タンパク質をもっている。これらの色素タンパク質の遺伝子は、色素タンパク質の先祖遺伝子の重複(ゲノム中に遺伝子のコピーが作られること)によって生まれ、進化の過程でアミノ酸が変異することによって、違った色の光を吸収するようになったと考えられている。

ヒトゲノムのデータベースから、ウシのかん体細胞に含まれる色素タンパク質の遺伝子Rと塩基配列が似た遺伝子を検索すると、A、B、C、Dの4つの遺伝子が見つかった。AはRと非常によく似ていたが、B、C、DはAほどではなかった。Aはかん体細胞、B、C、Dはすい体細胞に含まれる色素タンパク質の遺伝子であると考えられた。A、B、C、Dの塩基配列から推定した、それぞれの色素タンパク質のアミノ酸配列を比較し、アミノ酸の総数に対して、同じ位置に同じアミノ酸がある割合(%)を求めたところ、表1のとおりであった。

表1

B	45.9		
C	46.2	43.3	
D	44.7	95.9	42.1
	A	B	C

図2は光の波長と色の関係を示したものである。赤い光と緑の光をある割合で混合すると、黄色に見える。黄色い光を対照として、同じ色に見える赤い光と緑の光の割合を求めると、赤と緑を識別しにくい人たちは、赤を多く配合したときに対照と同じに見えるグループと、緑を多く配合したときに対照と同じに見えるグループに分かれた。前のグループの人たちはDの塩基配列に、後のグループの人たちはBの塩基配列に変異がみられた。

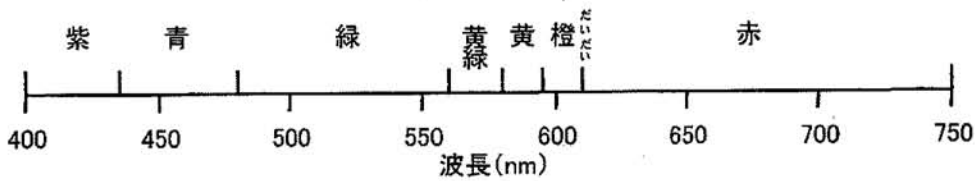
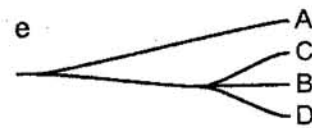
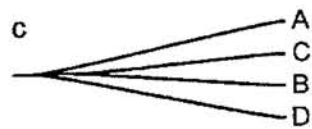
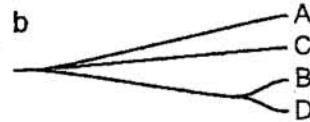


図2

問4 以上の結果から、B、C、Dのうち、赤い光をよく吸収する色素タンパク質の遺伝子は ，青い光をよく吸収する色素タンパク質の遺伝子は と考えられた。解答欄のウとエに適切な記号を記入せよ。

問5 赤い光をよく吸収する色素タンパク質と緑の光をよく吸収する色素タンパク質は、いずれも364個のアミノ酸からなる。それぞれの色素タンパク質の364個のアミノ酸のうち1個のアミノ酸が置換するのに平均400万年かかると仮定すると、2つの色素タンパク質の先祖遺伝子が重複したのは、何年前であると考えられるかを解答欄に記せ。ただし、2つの色素タンパク質で異なっているアミノ酸の数が、遺伝子が重複したあとに起こった変異の回数であると考えるよ。

問 6 A, B, C, D の4つの遺伝子は、進化の過程でどのように多様化してきたと考えられるか。以下のa～eから最も近いと考えられるものを1つ選び、解答欄1に記入せよ。また、解答欄1で選択した図から、ヒトの色覚はどのように進化してきたと考えられるか。解答欄2の範囲内で記述せよ。



生物問題 II

次の文を読み、問1～問5に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

生物は、無機物から有機物を生産して生活する独立栄養生物と、他の生物が生産した有機物や生物体を食べて生活する従属栄養生物に分けられる。また、生物群集の構成種を栄養段階に基づいて分類すると、独立栄養生物は生産者であり、従属栄養生物は消費者と分解者に分けられる。

同じ場所にすむ多種の生物の間には、捕食者と被食者の関係、寄生者と宿主の関係、餌をめぐる競争関係などの敵対関係が多く見られる。その一方で、異種どうしが互いに利益を得る相利関係も見られる。中には互いの生物種の存在が、それぞれの生存のために不可欠となっている例もある。

一般に、生体を構成する物質のうち、最も含有量が多いのは である。 に次いで多いのは、植物細胞では であるのに対し、動物細胞の場合はタンパク質と脂質である。生産者である植物は、空気中の二酸化炭素を葉緑体に取り込み、光エネルギーと水を使って を生産する。一方、多くの植物は、空気中の窒素(N₂)を利用できないため、土壌微生物による動植物の遺体・排せつ物の分解で放出される無機窒素化合物を取り入れて、アミノ酸、タンパク質、核酸などの有機窒素化合物を合成する。この働きを という。ただし、マメ科植物は根に共生している による の働きにより、空気中の窒素を利用している。

消費者である動物は、 だけでなく、有機窒素化合物も他の生物から摂取し、それを必要なタンパク質などにつくりかえる。タンパク質を構成するアミノ酸の中には、動物が体内で合成できないか、十分量合成できないために、食物から摂取しなければならないものがある。

問1 文中の ～ に適切な語句を記入せよ。

問 2 生物は、細胞の基本構造に基づいて、原核生物と真核生物に分けることができる。文中下線部①の独立栄養生物、従属栄養生物はその両者を含む。次の(あ)～(か)の生物群を、(a)原核・独立栄養生物、(b)原核・従属栄養生物、(c)真核・独立栄養生物、(d)真核・従属栄養生物の4つに分け、その記号を解答欄(あ)～(か)に記せ。

- | | | |
|----------|---------|-----------|
| (あ) 大腸菌 | (い) コンブ | (う) ゾウリムシ |
| (え) 亜硝酸菌 | (お) 酵母菌 | (か) ミドリムシ |

問 3 陸上の植物群系は、地球上の地域によって大きく異なり、同時に単位面積当たりの植物の生産量も異なる。これらの違いは主に2つの環境条件に影響されているが、その2つの条件とは何か。解答欄 a に記述せよ。また、陸上で密に植物が生育する場合、植物の種間ではどのような競争が最も頻繁に起こるか。解答欄 b の範囲内で簡潔に述べよ。

問 4 次にあげる動物の中から、捕食・被食関係および相利関係を介して関連のある3つの動物を選び、その記号を解答欄に記入せよ。

- | | | |
|-----------|-----------|--------------|
| (あ) カイチユウ | (い) アブラムシ | (う) ナナホシテントウ |
| (え) イノシシ | (お) アブラゼミ | (か) ミツバチ |
| (き) アリ | (く) キリギリス | (け) プラナリア |

問 5 文中下線部②のようなアミノ酸は、「必須アミノ酸」と呼ばれている。ヒトの場合、発育成長および健康維持のために必要となる各必須アミノ酸の相対量(ここでは「アミノ酸基準値」と呼ぶ)が表1のように提案されている。ある食品の必須アミノ酸のうち、アミノ酸基準値に対し最も充足率の低い必須アミノ酸の充足率の値を、その食品の「アミノ酸価」といい、栄養価の指標とされる。ただし、充足率がすべて100%以上の場合にはアミノ酸価は100とする。1973年のアミノ酸基準値を用いた場合、たとえば表1の鶏卵を例にとると、最も充足率の値が低い必須アミノ酸はトレオニンであるが、その充足率は116%であり100%を超えているため、鶏卵のアミノ酸価は100となる。表1を参照して以下の(1)~(3)の問に答えよ。

(1) 1973年のアミノ酸基準値を用いた場合、表1の中で最もアミノ酸価が高い植物性食品はどれか。その名前を解答欄 a に、そのアミノ酸価を解答欄 b に記せ。

(2) アミノ酸価と必須アミノ酸に関する以下の(あ)~(お)の記述のうち、正しいと考えられるものをすべて選び、その記号を解答欄に記せ。

(あ) 一般に植物性食品は動物性食品よりもアミノ酸価が低いが、その理由はタンパク質含有率が動物細胞よりも植物細胞で低いからである。

(い) 米のアミノ酸価はジャガイモのアミノ酸価より低いため、ジャガイモと米の混合食品をつくっても、そのアミノ酸価はジャガイモのアミノ酸価から改善されない。

(う) 他の生物が作り出したタンパク質を体内に取り込んで利用できることが、動物が必須アミノ酸の生合成系をもたない理由の一つである。

(え) 必須アミノ酸の生合成過程は通常長く、エネルギーを消費する。しかし動物がその生合成系をもち、どんな条件下でも常に利用すれば、生存上有利になる。

(お) 必須アミノ酸の分解によって生じるアンモニアは、細胞にとって有害であるため、ヒトでは肝臓で尿素に代謝され尿中に排せつされる。

(3) 表1の右端に示す通り、2007年にアミノ酸基準値の改定案が提出された。

この改定案を用いた場合に、表1の中でアミノ酸価が最も大きく変化する食品はどれか。その名前を解答欄aに、その食品の新しいアミノ酸価を解答欄bに記せ。

表1 食品可食部に含まれる窒素1g当たりの必須アミノ酸量とアミノ酸基準値

(単位：mg)

必須 アミノ酸	食 品					アミノ酸基準値	
	鶏 卵	小麦粉	米	ジャガ イモ	大 豆	1973年	2007年
リシン	450 (132)	130 (38)	220 (65)	340 (100)	390 (115)	340 (100)	330 (97)
フェニルアラニン (チロシンを含む)	580 (153)	470 (124)	580 (153)	430 (113)	540 (142)	380 (100)	290 (76)
ロイシン	550 (125)	430 (98)	500 (114)	300 (68)	470 (107)	440 (100)	390 (89)
イソロイシン	340 (136)	220 (88)	250 (100)	200 (80)	290 (116)	250 (100)	190 (76)
メチオニン (シスチンを含む)	370 (168)	250 (114)	290 (132)	180 (82)	190 (86)	220 (100)	160 (73)
バリン	420 (135)	250 (81)	380 (123)	330 (106)	300 (97)	310 (100)	260 (84)
トレオニン	290 (116)	170 (68)	210 (84)	200 (80)	230 (92)	250 (100)	170 (68)
トリプトファン	94 (157)	62 (103)	87 (145)	75 (125)	79 (132)	60 (100)	50 (83)

括弧内の数値は、1973年のアミノ酸基準値を100%とした時の比率(%)を示す(食品の場合は充足率に相当する)。

(改訂日本食品アミノ酸組成表(1986), WHO/FAO/UNU 合同専門協議会報告
(2007)より作成。ただし、ヒスチジンは除く。)

生物問題 III

次の文(A)、(B)を読み、問1～問7に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) ヒトやネズミなどのほ乳動物に食餌として摂取されたデンプンは、だ液やすい液に含まれるアミラーゼにより分解されたのち、小腸粘膜などに存在する **ア** によってグルコースに分解され、小腸粘膜細胞に吸収される。吸収されたグルコースを含む血液は、小腸の静脈から **イ** を通って肝臓に流入したのち、全身に循環する。

血液中に含まれるグルコースは血糖と呼ばれ、その量は自律神経とホルモンの共同作用によってヒトでは0.1%前後となるように調節されている。デンプンを摂取したあとなどに起こる血糖量の増加は、すい臓のランゲルハンス島に含まれるβ細胞(B細胞)に直接作用するとともに、視床下部にある血糖調節中枢を刺激して副交感神経を活性化することで、いずれもβ細胞からのインスリン分泌を促進する。分泌されたインスリンは肝細胞や骨格筋、脂肪細胞などに作用してグルコースの取り込みを促進し、その結果として血糖量は減少する。肝細胞や骨格筋に取り込まれたグルコースの一部は **ウ** として細胞内に蓄えられ、必要に応じて再びグルコースとして利用される。

細胞に取り込まれたグルコースは、**エ** において反応が進行する解糖系で **オ** まで代謝されたのちミトコンドリアのマトリックスに入り、クエン酸回路を経て分解される。この過程で生成した電子(e^-)は、ミトコンドリアの **カ** に存在するタンパク質群で構成される電子伝達系を伝わる間にエネルギーを放出する。この時、**カ** の内側から外側へと水素イオン(H^+)が輸送されることで、 H^+ の濃度の差ができる。この濃度差にしたがって H^+ がマトリックスに流入する際に、ATP合成酵素によって生命活動のエネルギー通貨にもたとえられるATPが作られる。

問1 文中の **ア** ～ **カ** に適切な語句を記入せよ。

問 2 下線部①について、ラット(実験用ドブネズミ)のすい臓からランゲルハンス島を分離してペトリ皿で培養し、物質を投与して培養液中に分泌されるインスリン量を測定する実験を行った。次のa～eのうち、インスリン分泌を促進すると考えられるものをすべて選び、その記号を解答欄に記入せよ。ただし、適当なものが無い場合は、解答欄に「なし」と記入せよ。

- a. ノルアドレナリン b. アセチルコリン c. フィブリノーゲン
d. 塩化ナトリウム e. 糖質コルチコイド

問 3 図1はマウス(ハツカネズミ)肝細胞の電子顕微鏡写真である。下線部②について、に由来する構造が主としてみられるのはa～dのどの○の中か、その記号を解答欄に記入せよ。

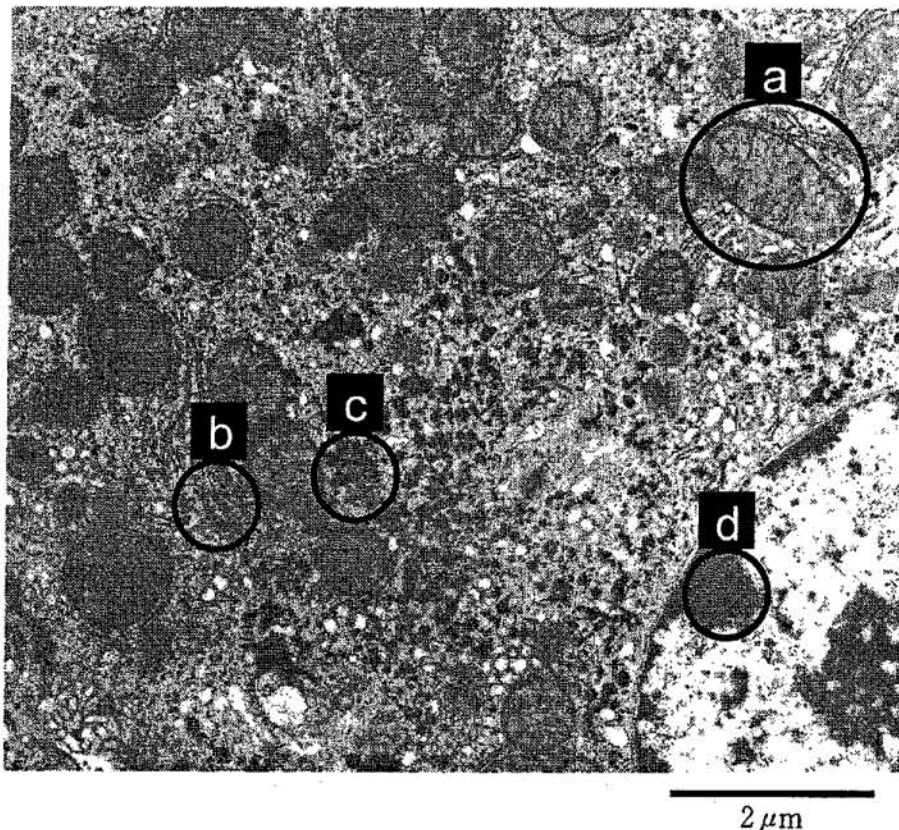


図1

福森信隆, 小縣昭夫「透過電子顕微鏡による広視野観察のための試料作製法の検討」
(東京都健康安全研究センター年報 55 巻 339—343 頁 2004 年)より改変。

(B) 植物のミトコンドリアの働きを調べるため、以下の実験を行った。

濃度の異なるスクロース(ショ糖)水溶液を重層した遠心管を準備した。用いたスクロース水溶液の質量パーセントと体積濃度の関係を表1に示す。ある植物の緑葉を等張液中でつぶして細胞破碎液を作製した。この操作によってある割合で細胞小器官も破壊され、その内部の構造体が遊離した。この細胞破碎液をスクロース水溶液の上に重層し(図2、遠心分離前)、遠心分離機にかけて遠心操作を行った。遠心分離後、細胞小器官やその他の構造体は密度に応じて分離され、図2の矢印1~6のいずれかの位置に濃縮された(図2、遠心分離後)。細胞小器官の密度は生物種や細胞の種類によって異なるが、この実験に用いた植物細胞の3種類の細胞小器官の密度を表2に示す。なお、実験中に遠心管内のスクロース水溶液は濃度変化しなかったものとする。

次に、密閉した容器に適切な反応液とともに精製したミトコンドリアを入れ、反応液中の酸素濃度を酸素電極で測定した。測定開始2分後に、反応液にコハク酸とADPを加え、その3分後にリン酸を加えた。さらに、リン酸添加の5分後にADPを再度加えた。この間の反応液中の酸素濃度変化を図3に示す。

表1 スクロース濃度

質量パーセント(%) ^{注1}	20	30	40	50	60
体積濃度(g/L) ^{注2}	216.2	338.1	470.6	614.8	771.9

注1：たとえば、20%スクロース水溶液は溶液100g中にスクロース20gを含む。

注2：たとえば、20%スクロース水溶液は溶液1L(リットル)中にスクロース216.2gを含む。

表2 細胞小器官の密度

細胞小器官	(a) 核	(b) ゴルジ体	(c) ミトコンドリア
密度(g/cm ³)	1.32	1.10	1.20

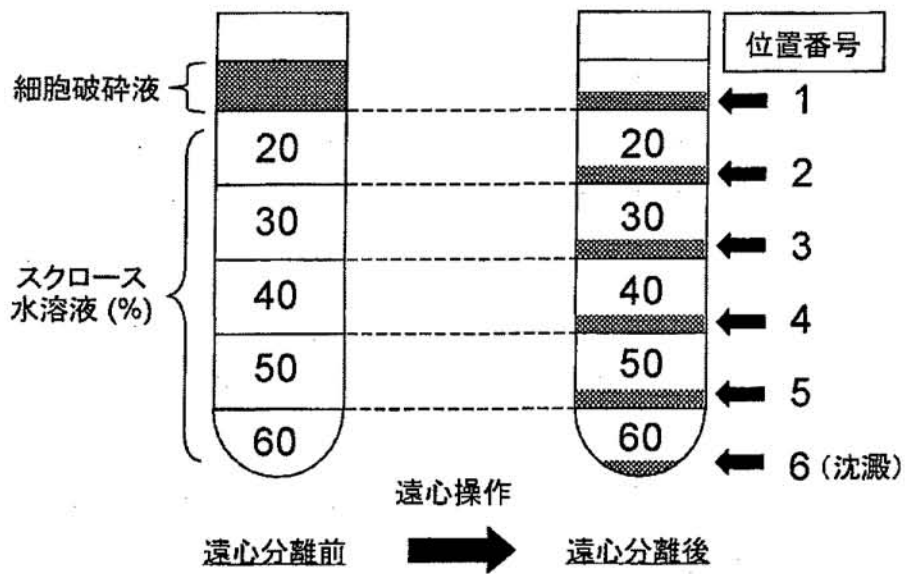


図 2

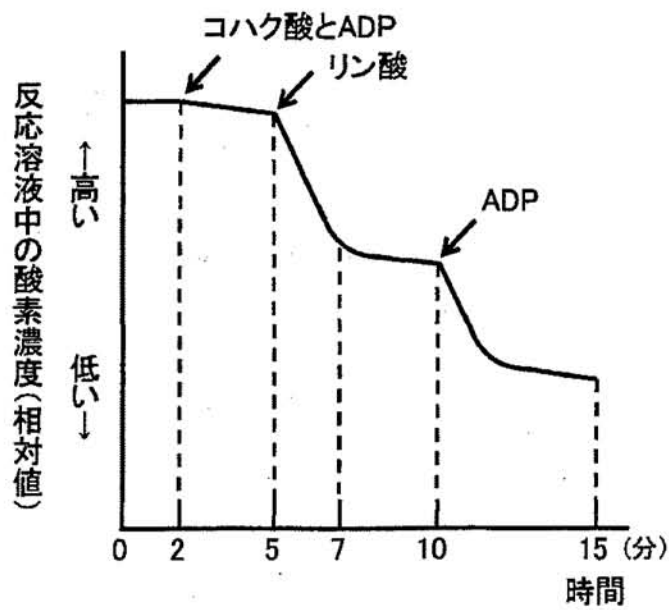


図 3

問 4 下線部③について、遠心分離後に表 2 の細胞小器官(a)~(c)は主に遠心管のどの位置に分離されていると考えられるか、細胞小器官ごとに対応する図 2 の位置番号を解答欄に記入せよ。

問 5 遠心分離後、遠心管の図 2 の位置番号 1～6 のうちの 2 ヶ所が緑色を呈していた。この観察結果について、以下の(1)～(3)の間に答えよ。

- (1) 緑色を呈する物質の名称を解答欄に記入せよ。
- (2) 緑色を呈していた 2 ヶ所の位置には、それぞれどのような構造体が濃縮されていると考えられるか。それらの名称を解答欄に記入せよ。
- (3) この観察結果から、実験操作中にどのようなことが起き、緑色の構造体が 2 ヶ所に分かれたと考えられるか。解答欄の範囲内に記入せよ。

問 6 図 3 について、以下の(1)と(2)の間に答えよ。

- (1) 実験開始 5 分後から酸素濃度が急速に低下した理由を説明せよ。解答は解答欄の範囲内に記入せよ。
- (2) 実験開始 7 分後の時点でグラフの傾きが変化した理由を説明せよ。解答は解答欄の範囲内に記入せよ。

問 7 酸素が無くなると電子伝達系とクエン酸回路は停止する。クエン酸回路が停止する理由として正しいと考えられるものを以下の a～e の記述からすべて選び、その記号を解答欄に記入せよ。ただし、正しいと考えられるものが無い場合は、解答欄に「なし」と記入せよ。

- a. クエン酸回路は、電子伝達系によって作られた水を直接利用しているため。
- b. クエン酸回路と電子伝達系の間には、相互に抑制的に働くフィードバックがあるため。
- c. クエン酸回路の反応の一部は、酸素を直接必要とするため。
- d. クエン酸回路に必要な補酵素は、電子伝達系によって供給されるため。
- e. クエン酸回路は、電子伝達系によって産生される ATP を必要とするため。

白 紙

生物問題 IV

次の文(A)、(B)を読み、問1～問5に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

(A) 東アジアのある島に生息するヘビA種は、ほとんどカタツムリしか食べないことが知られている。このヘビはあごで殻を砕くことはできず、次のような方法で中身を殻から引き抜いて食べる。まず、はっているカタツムリの後方から近づいて、尾側からかみつく。カタツムリはかみつかれたまま殻の中に引っ込むが、ヘビは殻の中に引き込まれた下あごを左右に動かすことで、殻の中身を引き出して食べる。A種の下あごを見ると、左右で歯の本数が著しく異なり、右側により多くの歯が密に並んでいることがわかった。この非対称性は、卵からふ化する前に成立していた。この島のカタツムリはほとんどが右巻きで、左巻きはごく少数であった。そこで、A種に右巻きと左巻きのカタツムリ(図1)の、両方を与える実験を行った。その結果、左巻きのカタツムリを食べる場合は、食べ終わるまでの時間が、右巻きよりも長くかかることがわかった。

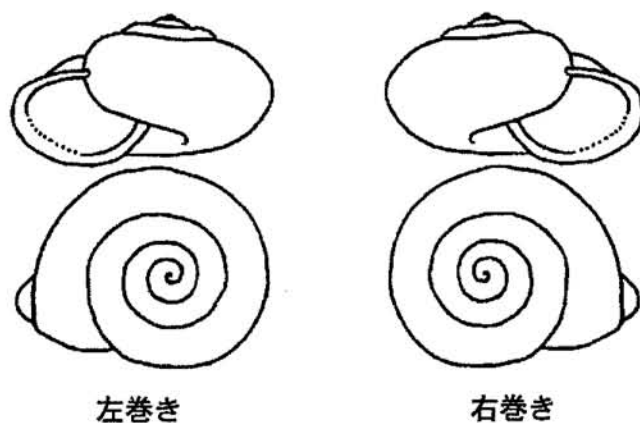


図1

このように、餌の種類や食べ方により動物の形態が変化することはよく知られており、たとえば、首の長いキリンは木の上方の葉を食べることに適応したとされている。ヘビ類では、ふつう下あごの歯は左右対称であるので、ヘビA種にみられる歯^①の左右非対称性は環境に適応した結果であると考えられている。現在では、形態の変化を分子生物学や遺伝学を用いて総合的に理解する方向へと進んでいる。また、歯の形態形成に関与する遺伝子を同定し、それを集団レベルで解析することにより、進化の過程を遺伝子レベルで理解することも可能になってきている。

問 1 下線部①の考え方をを用いると、ナメクジ(殻のないカタツムリ)だけを食べるヘビでは、下あごの歯の並び方はどのようになると予想されるか。解答欄の範囲内で記述せよ。

問 2 このヘビA種の下あごの歯がなぜ左右非対称に進化したと考えられるか。以下の語句をすべて用い、解答欄の範囲内で記述せよ。

語句：進化、捕食、遺伝子頻度、集団

(B) カタツムリ類は雌雄同体であり、繁殖時には他の個体との交尾によって互いに精子をやりとりし、卵を受精させ、交尾した両方の個体が産卵する。

カタツムリの巻き方(表現型)はふつう右巻きであるが、B種には左巻きの個体もいることが知られている。B種の個体の巻き方は、個体自身の遺伝子型によって決まるのではなく、受精卵を産んだ個体(ここでは母親と呼び、精子を提供した個体を父親と呼ぶ)の遺伝子型が生まれた個体の巻き方を決めている。その巻き方は、1つの遺伝子座の対立遺伝子 R と r によって支配されている。すなわち、母親の遺伝子型が RR もしくは Rr であれば、子の遺伝子型がどのようなであっても、子の巻き方は常に右巻きとなる。一方、母親の遺伝子型が rr のときには、子の遺伝子型がどのようなであっても、子の巻き方は左巻きとなる。

このカタツムリ B種について、つぎのような繁殖実験を行った。

実験：右巻きの純系 RR と左巻きの純系 rr を交配して F 1 世代を得た。この F 1 世代について、右巻きと左巻きの 2つのグループに分け、同じ巻き方の個体同士で繁殖させ、F 2 世代を得た。F 2 世代、F 3 世代でも同様に、同じ巻き方の個体同士で繁殖させ、それぞれの次世代である F 3 世代、F 4 世代を得た。F 1 から F 4 のいずれの世代においても、個体数は十分に多く、また個体間に繁殖能力の差は無かった。なお、殻の巻き方は、必ず右巻きか左巻きになり、巻き方の遺伝子型や巻き方は、個体の生存率には影響を与えていなかった。

問 3 F 1 世代の左巻き個体を母親として生まれた F 2 世代では、右巻きと左巻きの個体の比はどうか。「右巻き：左巻き」の比で答えよ。

問 4 F 2 世代の右巻き個体を母親として生まれた F 3 世代では、右巻きと左巻きの個体の比はどうか。「右巻き：左巻き」の比で答えよ。

問 5 F 3 世代と F 4 世代について、以下の問に答えよ。

- (1) F 3 世代の個体で右巻きとなるとき、その母親の遺伝子型をすべて答えよ。
- (2) F 3 世代の個体で右巻きとなるとき、その父親の遺伝子型をすべて答えよ。
- (3) F 3 世代の右巻き個体を母親として生まれた F 4 世代では、右巻きと左巻きの個体の比はどうか。「右巻き：左巻き」の比で答えよ。

生物問題は、このページで終わりである。