

平成 16 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理	1 ページ～ 20 ページ
化 学	21 ページ～ 28 ページ
生 物	29 ページ～ 54 ページ
地 学	55 ページ～ 63 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. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、まず最初に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ないでください。
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てください。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してください。
6. 退室の際には、解答用紙は記入の有無にかかわらず机の上に置いておくこと。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てください。

生 物

注 意 1. 志望学部・学科別により、以下に示す番号の問題に解答すること。

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 6 8 10
理学部 生物学科志望者	2 3 4 5 7 11
理学部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者	1 2 6 10
医学部 志望者のうち生物を選択する者	4 8 9 11
看護学部 志望者のうち生物を選択する者	2 7 8 9
園芸学部 志望者のうち生物を選択する者	6 7 9 11

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せよ。

1 次の図1は、ある生物のある細胞の分裂の様子を模式的に表したものである。
 図および下の文に関して以下の問1～9に答えなさい。

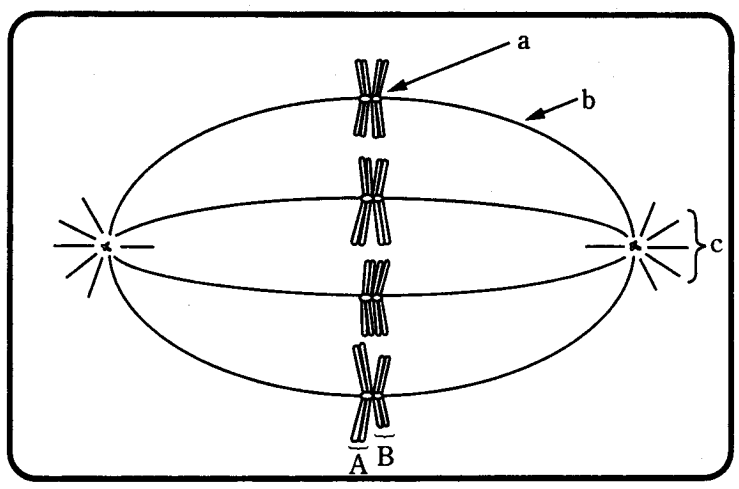


図1

下等な単細胞生物は細胞分裂で増える。このような生殖を とよぶ。
 多くの生物では、2つの細胞が合体して新しい個体をつくる生殖を行い、これは に対応して とよばれる。多細胞生物では、一部の特別に分化した細胞がこの合体を行い、この細胞を とよび、合体することを とよび、できた細胞を とよぶ。合体する2つの細胞は、原始的な生物では同形、同大であるが、一般に大きさや形、運動性に差があることが多く、大きくて運動性のないものを , 小さくて運動性のあるものを精子とよび、両者の融合を特に とよぶ。

このような を行うと染色体の数は2倍になり、それをくり返すと染色体の数はどんどん増えていくはずだが、普通、2倍になった後は、次の までの間に を行い、染色体の数を元に戻す。一般の植物では染色体が n (単相) である の時期と $2n$ (複相) である の時期があり、 の時期には をつくり を行い、 の時期には をつくる のみ行い、このように2つの生殖様式をくり返すことを とよぶ。また n と $2n$ をくり返すことを とよぶ。動物では n の時期は非常に短い。

問 1 図 1 はどのような分裂のどの時期か書きなさい。

問 2 図 1 は次のどの細胞か、その番号を書きなさい。

- (1) 花粉母細胞 (2) 花粉四分子 (3) 精原細胞
(4) 精母細胞 (5) 精 子

問 3 図 1 中の a, b, c の名称を書きなさい。

問 4 図 1 中の A と B のように対をなした構造を何とよぶか書きなさい。

問 5 このとき、A と B が分離せず、どちらかに移動してしまうと、どのような突然変異を生じるか書きなさい。

問 6 A と B の一部が入れかわる現象を何とよぶか書きなさい。

問 7 文中の ～ に最も適する用語を書きなさい。

問 8 種子植物では と はどのようなになっているか 40 字以内で説明しなさい。

問 9 スイカの苗にコルヒチン処理すると、染色体がうまく分離できず、4 倍体 ($4n$) のスイカができる。それでは 3 倍体 ($3n$) の種なしスイカはどのようにして作ることができるのか、40 字以内で説明しなさい。

2

次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

地球が形成された初期の大気は、二酸化炭素濃度が高く、酸素はほとんどなかった。先カンブリア時代に光合成によって水と二酸化炭素から有機物をつくる生物⁽¹⁾が現れてから大気の酸素濃度は上昇を続け、植物が陸上に進出した時期⁽²⁾の少し後の、巨大なシダ植物の森林が形成された石炭紀⁽³⁾にピークに達した。一方、二酸化炭素はおおむね減少傾向を続けてきたが、最近は上昇傾向にあり社会問題⁽⁴⁾となっている。

問1 下線(1)のように水を使った光合成を行った最初の生物は、ラン藻類であった。ラン藻類の細胞は、他の光合成を行う藻類の細胞と異なる特徴を示す。その違いを80字以内で説明しなさい。

問2 ラン藻類が出現する以前にも、水を使わずに光合成を行う生物が存在したと考えられている。水を使わない光合成を行う生物に関する以下の問に答えなさい。

- (1) このような生物を総称して何とよぶか。
- (2) このような生物が持つ光合成色素の名前を答えなさい。
- (3) このような生物は、水素源として水以外の物質を使っていた。どのような物質を使っていたか、代表的な物質を2つ答えなさい。

問3 下線(2)の植物の陸上進出には、大気中の酸素濃度の上昇が重要であった。その理由を100字以内で説明しなさい。ただし説明の中に「遺伝子」という用語を必ず使用すること。

問4 下線(3)の時代に生きていた生物を下の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|------------|--------|----------|--------|
| a ティラノサウルス | b 始祖鳥 | c 三葉虫 | d 昆虫類 |
| e 有袋類 | f マンモス | g メタセコイア | h リンボク |

問 5 下線(4)の二酸化炭素濃度の上昇の理由と、上昇した結果が地球環境におよぼした影響を、それぞれ 38 字以内で説明しなさい。

3

遺伝暗号に関する次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

遺伝子は、4種類の塩基の配列によって20種類のアミノ酸の配列を表すことにより、特定のタンパク質をつくることのできる設計図のようなものである。この設計図をもとに三つ組み暗号に対応するアミノ酸が順序よく並べられ、特定のアミノ酸配列をもったタンパク質がつくられる。伝令RNAの暗号は、人工的に合成した伝令RNAを使い、試験管内でポリペプチドを合成することにより解読された。例えば図1のように、アデニンだけ(・・AAAAA・・)からなる伝令RNAを使うとリシンが連なったポリペプチドが合成された。このことから伝令RNAのAAAはリシンを指定する暗号であることがわかった。

同様に、グアニン-ウラシルのくり返し(・・GUGUGU・・)からなる伝令RNAを使ってポリペプチドを合成したところ と の2種類のアミノ酸が交互に結合したポリペプチドが合成された。またグアニン-グアニン-ウラシルの繰り返し(・・GGUGGUGGU・・)からなる伝令RNAを使ってポリペプチドを合成したところ 種類のポリペプチドが合成された。これらの実験に共通する遺伝暗号は であり、共通するアミノ酸は であることから伝令RNAの は を指定する暗号であることがわかった。さらに を指定する暗号が であることもわかった。なおこれらの実験でポリペプチドの合成に使われるにもかかわらず、遺伝暗号を決定することができないアミノ酸は であった。

このようにして、1960年代には表1に示すように、開始コドン、終止コドンならびに20種類のアミノ酸に対応する遺伝暗号が、すべて明らかになった。

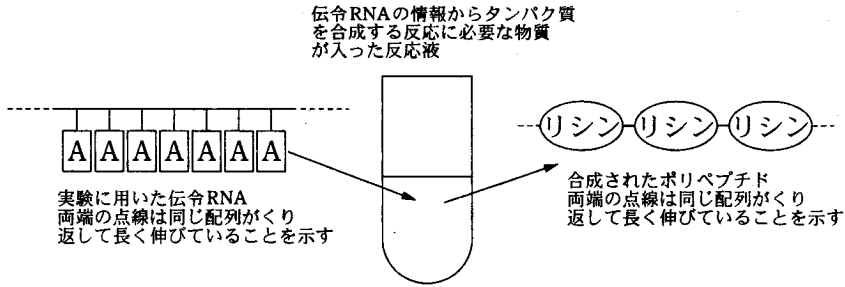


図 1

表 1 伝令 RNA の三つ組み暗号(コドン)に対応するアミノ酸

1 番目の塩基	2 番目の塩基				3 番目の塩基
	U	C	A	G	
U	UUU) フェニルアラニン UUC) ラニン UUA) ロイシン UUG) ロイシン	UCU) セリン UCC) セリン UCA) セリン UCG) セリン	UAU) チロシン UAC) チロシン UAA) 終止 UAG) 終止	UGU) システイン UGC) システイン UGA) 終止 UGG) トリプトファン	U C A G
C	CUU) ロイシン CUC) ロイシン CUA) ロイシン CUG) ロイシン	CCU) プロリン CCC) プロリン CCA) プロリン CCG) プロリン	CAU) ヒスチジン CAC) ヒスチジン CAA) グルタミン CAG) グルタミン	CGU) アルギニン CGC) アルギニン CGA) アルギニン CGG) アルギニン	U C A G
A	AUU) イソロイシン AUC) イソロイシン AUA) イソロイシン AUG) メチオニン・開始	ACU) トレオニン ACC) トレオニン ACA) トレオニン ACG) トレオニン	AAU) アスパラギン AAC) アスパラギン AAA) リシン AAG) リシン	AGU) セリン AGC) セリン AGA) アルギニン AGG) アルギニン	U C A G
G	GUU) バリン GUC) バリン GUA) バリン GUG) バリン	GCU) アラニン GCC) アラニン GCA) アラニン GCG) アラニン	GAU) アスパラギン酸 GAC) アスパラギン酸 GAA) グルタミン酸 GAG) グルタミン酸	GGU) グリシン GGC) グリシン GGA) グリシン GGG) グリシン	U C A G

表 2 正常および鎌形赤血球貧血症のβ-グロビンの1番目から7番目のアミノ酸に対応する伝令RNAの鋳型となるDNA塩基配列

	1	2	3	4	5	6	7
鎌形	CAA	GTG	GAG	TGA	GGG	CAT	CTT
正常	CAA	GTG	GAG	TGA	GGG	CTT	CTT

問 1 上の文章中の 1 ~ 6 に適当な語句を入れなさい。ただし 6 は該当するアミノ酸をすべて答えなさい。

問 2 鎌形赤血球貧血症は、酸素が不足すると赤血球が三日月状に変形し、貧血症となる遺伝病である。鎌形赤血球貧血症はヘモグロビンを構成する β 鎖 (β -グロビン) の突然変異によって起こる遺伝病の一つである。表 2 は正常な赤血球および鎌形赤血球の β -グロビンの 1 番目から 7 番目のアミノ酸に対応する伝令 RNA の鋳型となった DNA の塩基配列を示したものである。

以下の問に答えなさい。

- (1) 正常な赤血球の β -グロビンの 4 番目から 6 番目のアミノ酸の名前を答えなさい。
- (2) 鎌形赤血球貧血症の β -グロビンにどのような突然変異が起きているか説明しなさい。

問 3 サルの一種とヒトの β -グロビンの遺伝子の塩基配列とタンパク質のアミノ酸配列を比較したところ、塩基の違いが 23 個であったのに対し、アミノ酸の違いは 7 個であった。このように生物間で同じタンパク質に対する遺伝子(相同遺伝子)を比較すると、アミノ酸よりも塩基の違いのほうが多くなることが普通である。その理由を遺伝子暗号表から推測し、100 字以内で説明しなさい。

問 4 β -グロビンのアミノ酸配列を比較した場合、ヒトとサルでは 7 個のアミノ酸の違いがあったが、さらにこの両者とニワトリの β -グロビンを比較したところ、ヒトとニワトリで 37 個、サルとニワトリでは 36 個のアミノ酸の違いがあった。三者の分類と系統関係を考慮した上で、この結果がどのようなことを意味するか 120 字以内で説明しなさい。

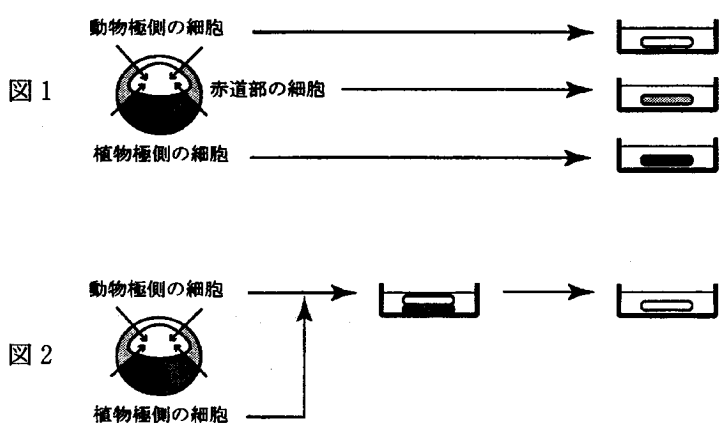
4 次の文章を読み、以下の問1～問5に答えなさい。

(実験 1) アルビノアフリカツメガエル(色素の合成に関与する遺伝子に異常があるため体色が白い)の未受精卵に紫外線を照射して核のみを不活化した。この未受精卵に、体色が黒色のオスの野生型アフリカツメガエルの、いろいろな発生段階の細胞の核を移植したところ、表1のような結果が得られた。

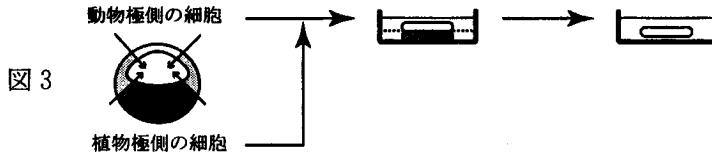
表 1

移植に用いた核	正常な幼生になった割合
原腸胚の内胚葉の細胞核	80 %
尾芽胚の腸壁の細胞核	40 %
幼生の腸壁の細胞核	2 %

(実験 2) 野生型アフリカツメガエルの胞胚を、図1のように矢印の位置で動物極側の細胞、赤道部の細胞、植物極側の細胞に分けそれぞれ培養した。その結果、赤道部の細胞からは中胚葉が形成されたが、他の極の細胞からは中胚葉組織はつくられなかった。しかし図2のように動物極側の細胞と植物極側の細胞を一定時間接触させた後それぞれを再び分離して培養した結果、動物極側の細胞に中胚葉組織が形成された。



(実験 3) 実験 2 で分離した動物極側の細胞と植物極側の細胞を図 3 のように、それぞれの細胞が直接接触できないように 0.1 μm の小孔の開いた膜を介して一定時間接触させた後、それぞれを再び分離して培養した。その結果、動物極側の細胞に中胚葉組織が形成された。



(実験 4) 実験 2 で分離した植物極側の細胞を図 4 のように背側、中間、腹側の領域の細胞にさらに分離した。これらの細胞と動物極側の細胞を一定時間接触させた後、それぞれを再び分離して培養した。その結果、動物極側の細胞に表 2 のような中胚葉組織が形成された。

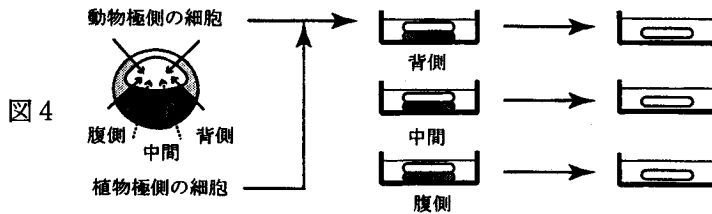


表 2

接触させた植物極側の細胞	動物極側の細胞に形成された組織
背側	脊索
中間	筋肉
腹側	血球様細胞

(実験 5) 野生型アフリカツメガエルの胞胚から動物極側の細胞を、図 5 のように矢印の位置で分離した。分離した動物極側の細胞の培養液に、胚の組織形成に関与する物質 A をさまざまな濃度で加えて培養したところ、表 3 のような結果になった。

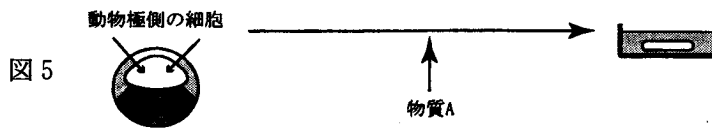


表 3

物質 A の濃度 (ng/ml)	動物極側の細胞に形成された組織
0	表 皮
0.1	血球様細胞
1	筋 肉
10	脊 索
100	心 臓

ng は 10^{-9} g

- 問 1 実験 1 より得られた幼生の体色は黒色, 灰色, 白色のどれになるか述べなさい。またその幼生のオスとメスの割合を述べなさい。さらにその理由を 70 字以内で述べなさい。
- 問 2 表 1 の結果から考察されることを 60 字以内で述べなさい。
- 問 3 実験 2 の下線部のように, 隣接する細胞集団の影響を受けて発生経路が切りかわることを何とよぶか答えなさい。
- 問 4 実験 2 と 3 の結果から中胚葉形成に関してわかったことを 60 字以内で述べなさい。
- 問 5 実験 4 と 5 の結果から, 胚の発生時における物質 A の機能について予測されることを 100 字以内で述べなさい。

5

酵素についての次の文を読み、以下の問1～4に答えなさい。

酵素の表面には活性部位とよばれる特別な構造があり、基質がそこに結合すると触媒作用を受ける。活性部位と基質の分子構造のあいだには密接な関係があり、ある酵素が触媒作用をおよぼせる物質はきわめて限られている。

(1) 酵素の活性は1分子の酵素が1秒間に何分子の基質に対して触媒作用をおよぼしたかで表される。酵素活性は活性部位に基質がどのくらいの頻度で入ってくるかによって変わる。たとえば、ある酵素は結合した基質に触媒作用をおよぼし、反応生成物に変え、それを放出することが0.01秒できるとする。基質濃度が低く活性部位に1秒間に2個しか基質が入ってこないような条件下では、平均すると0.5秒間隔で基質が入ってくることになるので、酵素はそれらすべてに触媒作用をおよぼすことができるであろう。このとき酵素の活性は2である。基質濃度が少し高くなり活性部位に1秒間に 個の基質が入ってくるような条件下でも、平均すると0.2秒間隔で基質が入ってくることになるので、酵素はそれら全てに触媒作用をおよぼすことができるであろう。このとき酵素の活性は である。このように基質濃度の低いときは酵素活性と基質濃度は比例する。しかし基質濃度が高くなり1秒間に50個もの基質が活性部位に入ろうとするようになると、基質が入ってくる平均時間間隔は0.02秒となる。この時間間隔は酵素が触媒作用をおよぼし反応生成物を放出する時間より長い、もっと短い間隔で基質が入ろうとして来ることもありうる。すると、前のものが触媒作用を受けている最中で、酵素の活性部位に入れなくなるものが出てくる。このように、基質濃度が高くなると、酵素活性は上昇するが、基質濃度と比例しなくなる。また、酵素活性の上昇はどこまでも続くわけではなく、酵素が基質に触媒作用をおよぼし、それを放出するのに要する時間で決まる上限がある。⁽²⁾ここで例としてあげた酵素の活性の上限は である。

基質と化学構造が非常に似ていて、活性部位には入るが触媒作用を受けない物質は酵素の活性を阻害する。基質濃度が十分高く酵素活性が上限に近づいている時、こうした物質が反応溶液中に混ざっていると、ある割合で基質のかわりに酵素の活性部位に入り込み、この物質が活性部位に結合しているあいだ酵素は基質

に対して触媒作用をおよぼすことができなくなる。この物質が酵素を阻害する程度は基質に対する濃度比や、活性部位にとどまる時間によって異なる。阻害物質が本来の基質と同じように活性部位に入りやすく、基質と同じ時間で活性部位から放出される場合、酵素活性は阻害物質のない時の活性の $\boxed{4} \div (\boxed{5} + \boxed{6})$ となる。阻害物質が本来の基質と同じように活性部位に入りやすく、活性部位と結合したまま離れない場合、酵素活性は阻害物質のない時の活性の $(\boxed{7} - \boxed{8}) \div \boxed{9}$ となる。

問 1 $\boxed{1} \sim \boxed{9}$ に適切な数字や用語を入れなさい。ただし、番号が違っていても同じ数字や用語が入ることもあります。

問 2 下線部(1)の酵素のこの性質を何というか。

問 3 下線部(2)のような時でも温度を上げると酵素活性は上昇し、ある温度を超えると低下しはじめる。温度の上昇とともに酵素活性が上がる時と、さらなる温度の上昇によって酵素活性が低下する時で、酵素が基質に触媒作用をおよぼし、反応生成物に変え、それを放出するまでの時間(T1)と基質が入ってくる平均時間間隔(T2)はどのように変わると考えられるか、100字以内で述べなさい。

問 4 基質濃度が十分高く酵素活性が上限に近づいている時に、酵素の活性部位への入りやすさは基質と同じだが、活性部位から放出されるまでの時間が基質より10倍長い阻害物質を、基質濃度の10分の1入れた場合、酵素活性は阻害物質のない時の何%になるか。その理由も含め50字以内で述べなさい。

6 次の文章を読んで、以下の問1～5に答えなさい。

植物群落の相観や群落を構成する植物の種類が時間の経過にともなって変化することを、遷移という。遷移には一定の規則性があり、土壌の形成されていない裸地から始まる [1] 遷移の場合、一般的には地衣類、コケ植物、草本類、陽樹、陰樹の順に植物の種類が変化し、最終的には陰樹林として安定する。この安定した植物群落の状態を [2] とよぶ。 [2] に達した森林の植物群系は地域の環境要因によって決定され、我が国の本州においては、一般的に照葉樹林、夏緑樹林あるいは針葉樹林のいずれかが発達している。地域の緯度に依存したこれら植物群系の分布を [3] とよぶ。また、標高に依存した植物群系の分布を [4] とよぶが、ある標高をこえると高木の森林が発達できなくなり、この境界を [5] とよぶ。

問 1 上の文章中の [1] ～ [5] にあてはまる最も適切な語句を書きなさい。

問 2 本文中の下線部(1)について、陽樹林が陰樹林に変化するしくみを80字以内で説明しなさい。

問 3 本文中の下線部(2)について、地域における植物群系を決定するもっとも重要な環境要因を2つあげなさい。

問 4 本文中の下線部(3)について、 [5] よりも標高の高い部分ではハイマツなどの低木が高山特有の群落を形成していることがある。高木のかわりに低木が発達する理由として考えられることを、影響が大きいと思われる環境要因と関連させて40字以内で書きなさい。

問 5 ある森林の成立初期および後期に、これらの森林を構成する植物について単位面積あたりの1年間の総生産量、呼吸量および枯死量を調査し、表1に示した。これについて、次のa～cの間に答えなさい。ただし、いずれの場合も被食量は無視することとする。

- a. 成立初期の森林における純生産量はいくらか。
- b. 成立後期の森林における成長量はいくらか。
- c. 成立初期と比較して、成立後期では成長量はどのように変化したか。

表 1

	総生産量	呼吸量	枯死量
森林の成立初期	5.2	2.8	0.9
森林の成立後期	8.6	6.5	1.6

(単位：kg/m²・年)

7 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

自然界においてはたくさんの種が一つの場所に共存している。一定の地域に生息する異なる種の個体群の集合体を [1] とよぶ。 [1] を構成する生物間には、捕食者と被食者の関係を通じたエネルギーの流れが存在する。その関係を一本の直線上に示したものを [2] という。 [2] は光合成により無機物から有機物を合成する [3] である植物を出発点として、 [3] を直接摂食する植物食性動物である [4] , [4] を摂食する肉食性動物である [5] , さらに [5] を摂食する [6] へとつながっていく。 [3] から [6] にいたるそれぞれの段階を、栄養段階という。また、これらの死体や分解物を食べる生物を [7] とよぶ。図1に代表的な生態系における [2] の例を示す。

実際の野外の [1] において、生物各種の捕食者—被食者関係を調べると、単純な一本の線にはならず、複雑な網の目状の構造になる場合が多い。このように表されたものを [8] とよぶ。

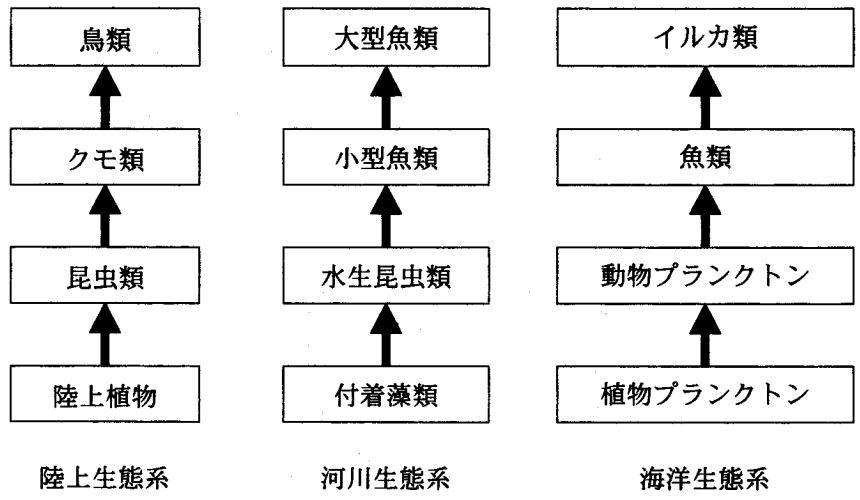


図1

問 1 上の文章中の 1 ～ 8 にあてはまる最も適切な用語を書きなさい。

問 2 上の文章中の下線部について、その理由として考えられるものを2つあげ、それぞれ40字以内で説明しなさい。

問 3 図1の陸上生態系に登場する動物について、生息域内の個体数を比較したところ表1のような結果を得た。表1のa～cに該当する動物を図1より選び記入しなさい。

表 1

生物	個体数
a	10
b	700,000
c	90,000

問 4 図1の河川生態系を対象に、河川の一部を網で囲い、その中の大型魚類を排除したところ、他の生物の個体数には表2のような変化が観察された。この結果より知ることができるこの河川の生物間の関係の特徴について180字以内で説明しなさい。

表 2

生物	個体数の変化
小型魚類	10倍に増加
水生昆虫類	20%に減少
付着藻類	120倍に増加

問 5 図 1 の海洋生態系に登場する動物 3 種類について、その体内の DDT (現在では使用が禁止されている殺虫剤の一種) の濃度を測定したところ、表 3 のような結果を得た。

- (1) 表 3 の a ~ c に該当する生物を図 1 より選び記入しなさい。
- (2) このように特定の化学物質が生物体内に蓄積する現象を何とよぶか答えなさい。
- (3) 栄養段階と蓄積濃度の関係について 50 字以内で説明しなさい。

表 3

生物	DDT 濃度
a	310,000
b	37,000,000
c	12,000

注) DDT 濃度は表層水の値を 1 としたときの相対値

8

次の文章を読み、以下の問1～2に答えなさい。

ヒトを含む脊ついで動物の神経系は、**ア**（脳と脊髄）と末しょう神経系とからなる。脳は**イ**、**ウ**、**エ**、**オ**、**カ**からなる。ヒトの脳では、**イ**が最も大きく発達しており、さまざまな運動や感覚の中核などが**イ**に集中している。**イ**の表面に近い部分が**キ**で、その色から**ク**とも呼ばれる。内側の部分が、**ケ**で**キ**に出入りする**コ**が集まっている。

ウは、**イ**と**エ**の中間部分で、**サ**系と**シ**系の中核である視床下部などがある。**サ**系の働きとして、内臓の働きや、体温、摂食、生殖、睡眠などの本能的な活動の調節に関係していることがわかっている。**シ**系の作用として、脳下垂体の働きを支配し、血糖量や体温の調節に関係していることがわかっている。**エ**には、眼球運動、瞳孔反射の中核があり、視覚と関係が深い部位である。また立ち直り反射などの姿勢保持の中核でもある。特に、魚類や鳥類で発達している。

オには筋運動を調節し、からだの各部位の平衡感覚を保つ中核がある。**カ**は、脳と脊髄の中継点であり、**イ**からの神経はここで交さして脊髄へ出て行く。したがって脳の右側が脳出血などによって壊れると、左半身が不随になることがある。

動物の行動には、生まれつきそなわっている走性、反射、**ス**などの生得的な行動（あるいは、定型的な行動）と生後の経験によって得られる条件反射、**セ**などの習得的な行動（あるいは、非定型的な行動）がある。また、生まれつきそなわっている性質として、行動の日周期性がある。ヒトをはじめとする多くの動物に約1日周期のリズムをもつ活動が見つけられ、**ソ**と名づけられた。このように生物の体内にリズムがあることは、体内に時間をはかる仕組みをもっていることを示しており、これを生物時計という。

問1 上の文章中の**ア**～**ソ**にあてはまる最も適切な用語を書きなさい。

問 2 夜行性の動物(例えば、ネズミ)を実験開始 6 日まで、温度・湿度・照明(明期：6時から18時)などを一定にした実験室で活動を記録した後、7日目から恒暗期(一日中、暗期)にして活動を記録したところ、以下の図1のようなデータが得られた。太線部分が活動時期を表している。

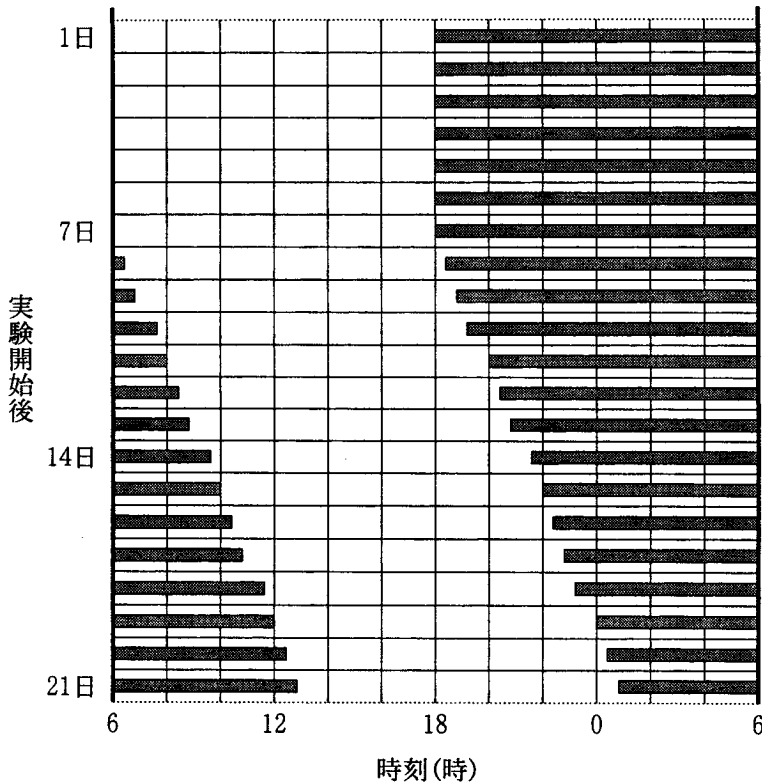


図 1

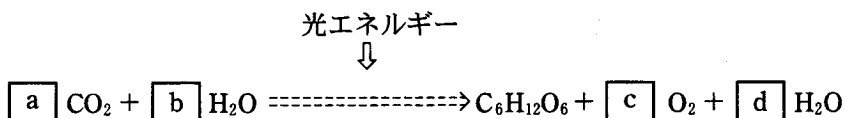
- (1) 最初の 6 日間におけるこの動物の行動周期は何時間か。
- (2) 7 日目からの恒暗条件下におけるこの動物の行動周期は何時間か。
- (3) 恒暗条件にしてから 48 日では、この動物は何時から何時まで休息していると考えられるか。またその理由を 100 字以内で述べなさい。
- (4) この動物の生物時計は、脳の底部近くの部位にあるとされている。この動物の生物時計の部位をつきとめるには、どのような実験を行うとよいか。100 字以内で答えなさい。ただし、今回の実験装置を使用するものとする。

9 次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

生物は体外から取り入れた物質を色々な形に作り変えて利用している。生体内での物質の化学的変化を [1] といい、これは同化と異化の2つに大別される。同化は、外界から取り入れた養分を生物にとって有用な物質に変える働きで、エネルギーの [2] を伴う。植物の光合成も同化の一つであり、[3] 同化ともよばれる。一方、有機物が分解される異化はエネルギーの [4] を伴い、その反応として最も重要なのは酸素による有機物の酸化であり、これが呼吸である。これらの化学反応に生体 [5] として重要な役割を果たすのが酵素であり、その化学的(2)本体はタンパク質である。それぞれの酵素は特定の作用物質だけに働く性質を持っており、この性質によって、生体内での化学(3)反応はそれぞれ必要に応じた速度で秩序立って進行していく。

問1 上の文章中の [1] ～ [5] にあてはまる最も適切な用語を書きなさい。

問2 下線(1)の光合成は、反応式で示すと下のように書き表すことができる。



しかしながら、実際には、以下の反応1～4が連続しておこる。

<反応>

- 1：光化学反応であり、光合成色素クロロフィルの活性化
- 2：水分子の分解による酸素の発生と活性化クロロフィルからの水素[H]の放出
- 3：反応2とほぼ同時に、ATPの産生
- 4：[H]とATPを使って、取り込まれた二酸化炭素がグルコースへと同化

- (1) a～dに適当な数字を入れなさい。
- (2) 反応1～3, および反応4が起こる葉緑体内の器官名をそれぞれ答えなさい。
- (3) 反応4における二酸化炭素固定をつかさどる環状経路の名称をあげなさい。
- (4) 光合成の限定要因の1つである温度により影響を受ける反応はどれか。最も適当と思われる項目の番号で答えなさい。また、なぜ温度の影響を受けるのか、その理由を10字以内で述べなさい。
 - ① 反応1～4のすべて
 - ② 反応4を除くすべて
 - ③ 反応1を除くすべて
 - ④ 反応1, 2のみ
 - ⑤ 反応2, 3のみ
 - ⑥ 反応3, 4のみ

問3 下線(2)の呼吸に関する以下の文章を読み、a～eにあてはまる最も適切な用語または数字を書きなさい。

呼吸で栄養素が分解される時、発生した二酸化炭素と消費した酸素の体積比を呼吸商(RQ)といい、体内でどの栄養素が酸化されてエネルギーになっているかの指標となる。例えば、エネルギーのすべてを糖質(グルコース)に依存する場合のRQは理論上 a になる。利用される呼吸基質によってRQは異なり、エネルギーのすべてを b に依存する場合は約0.8, c に依存する場合は約0.7となる。また、運動負荷時などによってもRQは変動する。運動中にRQを測ったとすると、運動の激しさを増すほどRQは d する。これは、運動強度を増していくことで筋肉内での e が活発となり、乳酸産生の結果として呼気ガス中の二酸化炭素排泄量が増加することに起因する。

問4 下線(3)のような酵素の性質を何というか答えなさい。また、このような性質は何に起因するのかを25字以内で述べなさい。

10 次の文を読み、以下の問1～5に答えなさい。

カエルやイモリの卵は、受精すると精子の侵入点と対称の位置に灰色三日月(灰色新月環)とよばれる三日月形の黒い色素のぬけた部分があられ、この部分から、将来、初期原腸胚の原口背唇部が形成される。第1卵割はこの灰色三日月を2分するように動物極からはじまり、第2卵割は第1卵割面に直交するようにおこる。

ドイツの発生学者、シュペーマンはイモリの2細胞期の胚を細い糸でくくり、2つに分離したところ、それぞれの割球が完全な個体に発生する場合と、正常な発生がみられない場合とがあることを見出した。

問1 カエルの卵では、第3卵割はどのような位置でおこるか。20字以内で説明しなさい。

問2 2細胞期の胚のそれぞれの割球が完全な個体に発生する場合は、どのようなくくり方をしたときか。30字以内で説明しなさい。

問3 カエルやイモリの卵のように、2細胞期に割球を分離しても各割球から完全な胚が得られる卵を何というか書きなさい。

問4 頭部を2つもつイモリは、2細胞期の割球をどのようにくくればできるか。35字以内で説明しなさい。

問5 一方しか正常な発生がみられない場合は、2細胞期の割球のどの部位をどのようにくくって分割したときか。35字以内で説明しなさい。

11 抗体に関する次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

抗体の主成分は免疫グロブリンというタンパク質で、これは4本のポリペプチド鎖からなる。病原体や病原体がつくるタンパク質など、異物である高分子物質⁽¹⁾が体内に侵入すると、その異物と特異的に結合する抗体⁽²⁾が抗体産生細胞によってつくられる。このように、抗体を生じさせる原因となった物質を抗原という。抗原が巨大分子である場合、1分子のなかに抗体と結合できる部位が何ヵ所も存在することがある。通常、1分子内に抗体との結合部位が3ヵ所以上あると、抗原と抗体とが結合して大きな網目状の複合体を形成し、沈殿物を生じるが、抗体との結合部位が1分子あたり2ヵ所までしかない場合は、複合体が十分に大きくなりないので沈殿物は生じない。

さて、ここに精製した3種類の抗体(A, B, C)と3種類のタンパク質(X, Y, Z)がある。これらを用いて抗体とタンパク質との結合や、それによる沈殿物の生成、さらには生成した沈殿物と抗体との結合について調べてみたところ、以下の結果を得た。ただしここでは、抗体(A, B, C)どうしが相互に結合することはないが、タンパク質(X, Y, Z)どうしは相互作用により結合する可能性があるものとする。相互作用により結合したタンパク質は一つの巨大分子とみなすことができる。また、抗体とタンパク質との結合は他者により阻害されないものとする。

[結果 1] 単独の抗体と単独のタンパク質をあらゆる組みあわせで反応させたところ、抗体Aとタンパク質Xの組みあわせで反応させたときだけ沈殿物が生じた。しかしタンパク質Xは抗体Bや抗体Cとは結合しなかった。

[結果 2] タンパク質Yは抗体Cとだけ結合した。

[結果 3] タンパク質Zは抗体BとCを混ぜて反応させると沈殿物を生じたが、抗体AとBや抗体AとCを混ぜて反応させても沈殿物は生じなかった。

[結果 4] タンパク質 X と Y を混ぜたものに抗体 A を反応させると、沈殿物が生じた。この沈殿物を取り出して洗浄した後、それに抗体 C を反応させ^(注)たところ、抗体 C は沈殿物に結合した。

(注) この操作により沈殿物に結合していないものは取り除かれ、また沈殿物は破壊されないものとする。

[結果 5] タンパク質 X と Z を混ぜたものに抗体 A を反応させると、沈殿物が生じた。しかし、この沈殿物を取り出して洗浄した後、この沈殿物に抗体 B を反応させたが、抗体 B は沈殿物には結合しなかった。

[結果 6] タンパク質 X, Y, Z のすべてを混ぜたものに抗体 A を反応させると沈殿物が生じた。この沈殿物を取り出して洗浄した後、この沈殿物に抗体 B や抗体 C を単独で反応させたところ、それらの抗体は沈殿物に結合した。しかし、タンパク質 X, Y, Z のすべてを混ぜたものに、抗体 B や抗体 C を単独で反応させても沈殿物は生じなかった。

問 1 下線部(1)で示したように、異物である高分子物質が体内に侵入してから抗体がつくられるしくみについて、以下の(ア)~(ウ)の間に答えなさい。

(ア) 抗体をつくる抗体産生細胞に分化する細胞を何とよぶか、最も適切な用語を答えなさい。

(イ) 上の(ア)で問われた細胞が抗体産生細胞に分化するのを助ける細胞を何とよぶか、最も適切な用語を答えなさい。

(ウ) 上の(イ)で問われた細胞に抗原の情報を提示する細胞を何とよぶか、最も適切な用語を答えなさい。

問 2 次の図 1 は抗体の主成分である免疫グロブリンの模式図である。下線部(2)で示したように、異物と特異的に結合するのは免疫グロブリンのどの部分か、図中の a ~ f から選び記号で答えなさい。

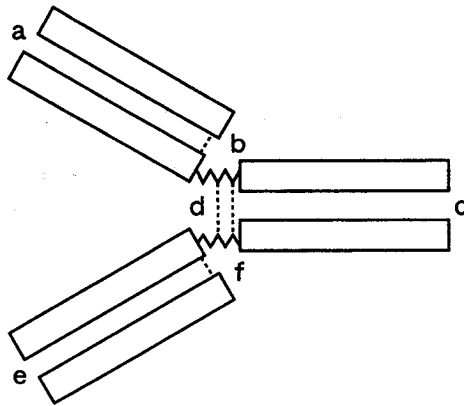


図1 抗体の主成分である免疫グロブリンの模式図

問3 [結果1]～[結果3]から判断して、抗体A, B, Cにはそれぞれのタンパク質が結合するか、すべて答えなさい。

問4 [結果1]～[結果6]から、タンパク質X, Y, Z相互の結合関係について考えられることを60字以内で述べなさい。

問5 [結果1]～[結果6]から判断して、それぞれのタンパク質1分子にそれぞれの抗体との結合部位は何カ所存在するか、数字で答えなさい。ただし、これらの結果からだけでは確定できないと判断される場合は、「以上」または「以下」ということばを補足して記入しなさい。