

## 平成 23 年度入学者選抜学力検査問題

## 理 科

物 理 1 ページ～ 21 ページ

化 学 22 ページ～ 34 ページ

生 物 35 ページ～ 63 ページ

地 学 64 ページ～ 71 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台図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、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てはいけません。
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、各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、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つたら申し出なさい。

# 生 物

注 意 1 志望学部・学科により、以下に示す番号の問題を解答すること。

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	<input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10
理学部 生物学科志望者	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6
理学部 地球科学科志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 および <input type="checkbox"/> 5 と <input type="checkbox"/> 6 のどちらかの4題について解答する。
医学部 志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 8
	私費外国人留学生 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 8
看護学部 志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8
園芸学部 志望者のうち生物を選択する者	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 および <input type="checkbox"/> 5 と <input type="checkbox"/> 6 のどちらかの4題について解答する。

2. 5 と 6 のうち、どちらか1題を選択して解答する必要がある学部・学科の志望者は、選択した問題の解答用紙上部にある選択欄の「選択しました」の○印を黒く塗りつぶして●にしてください。選択しなかった問題の解答用紙にも、受験番号と座席番号を所定欄に記入し、選択欄の「選択しませんでした」の○印を黒く塗りつぶして●にしてください。
- 5, 6 の解答用紙はいずれも回収します。理学部生物学科志望者は、解答用紙の選択欄を●に塗りつぶす必要はありません。

1 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

オワンクラゲの緑色蛍光タンパク質(GFP)は、紫外線を当てると緑色蛍光を発する。GFPの遺伝子を、ほ乳類の細胞ではたらくプラスミドに組み込み、マウスの皮膚由来の培養細胞(繊維芽細胞)に導入した。この繊維芽細胞に紫外線を当てながら顕微鏡で観察したところ、細胞質と核のいずれもGFPの緑色蛍光を強く発していた。

一方、ほ乳類のMyoDというタンパク質は、骨格筋細胞にだけ存在している。MyoDは、同じく骨格筋細胞に存在しているタンパク質P1とP2の遺伝子<sup>(1)</sup>の発現を引き起こす。P1とP2は、骨格筋に特徴的ないくつかのタンパク質の遺伝子の発現を引き起こすことにより、骨格筋細胞の分化を引き起こす。

GFPの遺伝子とMyoDの遺伝子をつないでプラスミドに組み込み、マウスの繊維芽細胞に導入した。これにより細胞内では、GFPタンパク質とMyoDタンパク質が、この順序にペプチド結合でつながった融合タンパク質として、合成された。1日後に、細胞に紫外線を当てながら顕微鏡で観察したところ、核だけが<sup>(2)</sup>緑色蛍光を強く発していた。さらに数日後には、細胞は骨格筋細胞に分化して<sup>(3)</sup>いた。

問1 下線部(1)のMyoDが機能する過程に最も関係のある語を二つ、次の(a)～(h)の中から選び、記号で答えなさい。

- |               |               |
|---------------|---------------|
| (a) 遺伝子組換え    | (b) DNA複製     |
| (c) DNA修復     | (d) 転写        |
| (e) 翻訳        | (f) DNAポリメラーゼ |
| (g) RNAポリメラーゼ | (h) 逆転写       |

問2 下線部(2)のように、核だけが緑色蛍光を強く発するのはなぜか。80字以内で答えなさい。

問 3 GFP の最後のアミノ酸はリシンで、MyoD の最初のアミノ酸はメチオニンである。GFP の遺伝子と MyoD の遺伝子を図 1 の(a)~(d)のようにつないでプラスミドに組み込んだ。これらをそれぞれマウスの繊維芽細胞に導入した場合に、細胞のどの部分が緑色蛍光を強く発するか、表 1 を参考にして答えなさい。ただし細胞質と核のいずれも緑色蛍光を強く発するものは「細胞質と核」、核だけが強く緑色蛍光を発するものは「核」、緑色蛍光を発しないものは「なし」と記入すること。

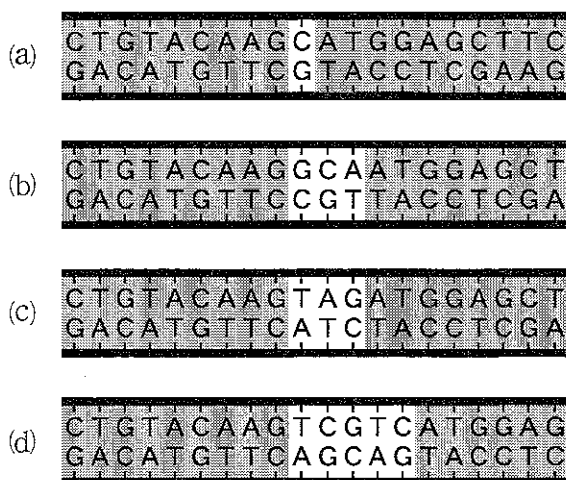


図 1 GFP の遺伝子と MyoD の遺伝子をつないだ部分  
左の網かけ部分は GFP 遺伝子の一部の塩基配列を、右の網かけ部分は MyoD 遺伝子の一部の塩基配列を示す。

表1 遺伝暗号(コドン)表

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

問 4 下線部(3)のように骨格筋細胞に分化したことは、光学顕微鏡で観察するだけで容易に判断できる。どのような基準で骨格筋細胞に分化したと判断できるか、20字以内で答えなさい。

問 5 GFPの遺伝子と MyoD の遺伝子をつないでプラスミドに組み込み、マウスの繊維芽細胞に導入して1日後に、次の阻害剤をそれぞれ作用させた。

- (a) DNA 合成阻害剤 アフィディコリン
- (b) RNA 合成阻害剤  $\alpha$ -アamaniチン
- (c) タンパク質合成阻害剤 ピュロマイシン

それぞれの阻害剤により、骨格筋細胞分化が阻害される場合には○を、分化が阻害されない場合には×を解答欄に記入しなさい。また、その理由を100字以内で答えなさい。ただし各阻害剤は a, b, c と書くこと。

2

次の文章を読み，以下の問1～4に答えなさい。

グルカゴンというホルモンが血糖量を増加させるしくみは次のように考えられている。

- 1) すい臓から分泌されたグルカゴンが血液中を流れてきて肝細胞表面の受容体と結合する。
  - 2) グルカゴン受容体はその情報を伝えるために細胞内の種々の酵素の活性を変える。
  - 3) その結果，グリコーゲンホスホリラーゼという酵素の活性が高まり，肝細胞内に蓄えられていたグリコーゲンは分解されグルコース1リン酸になる。
  - 4) グルコース1リン酸はホスホグルコムターゼという酵素によりグルコース6リン酸に変えられる。
  - 5) グルコース6リン酸はグルコース6ホスファターゼという酵素によりグルコースに変えられ，細胞膜のグルコース輸送体を通して血液中に出ていく。
- 上記の酵素反応と解糖系との関係をまとめたものを図1に示す。

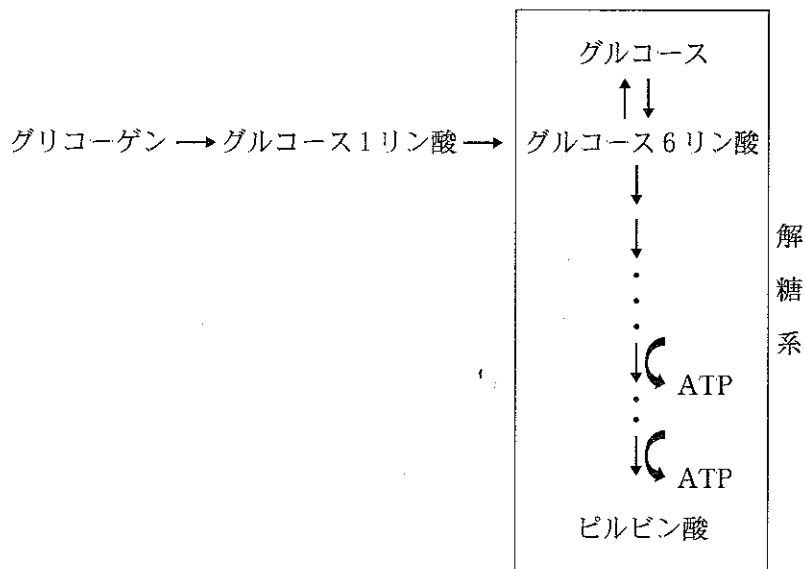


図1 糖代謝経路の概略図

アドレナリンというホルモンは、グルカゴンと同じように肝細胞に作用して血糖量を増加させる。このホルモンとグルカゴンの生理的役割の違いを知るために肝細胞と骨格筋細胞における受容体の有無、細胞内酵素の有無などを調べたところ表1のようになった。図1と表1を参考にして以下の問いに答えなさい。

表1 細胞の性質

	肝細胞	骨格筋細胞
グルカゴン受容体の有無	有	無
アドレナリン受容体の有無	有	有
グリコーゲンホスホリラーゼの有無	有	有
ホスホグルコムターゼの有無	有	有
グルコース6ホスファターゼの有無	有	無
グルコース輸送体の有無	有	有

- 問1 骨格筋細胞はグリコーゲン貯蔵量の多い細胞の一つである。その理由として考えられることを100字以内で答えなさい。
- 問2 血液中のグルカゴン濃度が上昇したとき、骨格筋細胞内でグリコーゲンの分解はどうなるか。理由とともに100字以内で答えなさい。
- 問3 アドレナリンが作用して骨格筋細胞内でグリコーゲン分解が増加しても骨格筋細胞から血液中にグルコースが放出されることはない。その理由を60字以内で答えなさい。
- 問4 グリコーゲンホスホリラーゼはカルシウムイオンによっても活性化されることが知られている。このグリコーゲンホスホリラーゼの性質は骨格筋細胞においてどのような生理的意味をもつか、160字以内で答えなさい。

3 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

「細胞が生命の最小単位である」という **ア** が提唱されて間もなく、ドイツのフィルヒョウは細胞分裂を観察し、「細胞は細胞から生まれる」ことを明らかにした。多細胞生物のからだは、細胞分裂によって細胞の数が増加するとともに、分化によって部位ごとに特定の機能や形態をもつ細胞が生じることで形成される。多細胞生物を構成する細胞のうち分裂を行っているものは一部であり、例えば植物体では、細胞分裂を行う細胞は根や茎の先端近くにある **イ** 組織や、木部と師部の間にある **ウ** に存在する。植物の根をエタノールと酢酸の混合液に浸した後、<sup>(1)</sup>塩基性色素であるオルセインで染色すると、**イ** 組織中に、形態変化した核をもつ分裂期(M期)の細胞を容易に見つけることができる。細胞分裂を繰り返す細胞において、M期以外の時期は間期と呼ばれており、間期はさらにG<sub>1</sub>期(DNA合成準備期)、S期(DNA合成期)、G<sub>2</sub>期(分裂準備期)の各時期に分けられる。分裂で生じた細胞が次の分裂を行うまで、これらの時期が順次進行する一連の過程は細胞周期と呼ばれている。

S期の細胞では、DNAの構成単位である **エ** が核内に取り込まれる。通常、細胞集団中では細胞は非同調的(バラバラ)に分裂を行っており、放射性同位体で標識した **エ** を培地に加えて細胞集団を短時間培養すると、その時S期にある細胞のDNAのみにその標識化合物が取り込まれる。その後、標識された細胞の様子を追跡することで、<sup>(2)</sup>細胞周期の特定の時期の長さを計測することができる。通常の細胞周期では、<sup>(3)</sup>一周中にDNA合成と分裂が一度ずつおきている。ただし、生体内では核相が異なる細胞が生じることがあり、そのようなときには細胞周期の進行に違いがみられる。<sup>(4)</sup>



問 1 文章中の **ア** ~ **エ** にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。

問 2 下線部(1)の操作は、一般に何と呼ばれているか答えなさい。また、この操作の目的を 40 字以内で答えなさい。

問 3 下線部(2)に関して、図 1 はヒトの培養細胞の集団に放射性同位体で標識したチミジン (DNA の構成単位 **エ** の材料) を培地に加えて短時間培養した後、培地から標識チミジンを完全に除去してさらに培養を続けた際の、分裂中の細胞の様子を観察した実験の結果である。グラフの横軸は標識チミジンを除去してからの時間経過、縦軸はその時観察された分裂期前期の細胞のうち、標識された染色体をもつ細胞の割合を示す。図中の A (前期の染色体で最初に標識が観察されるまでの時間)、B (前期の染色体で最初に標識が観察されてから、観察されなくなるまでの時間)、および C (前期の染色体で標識が最初に観察されてから、消失後再び標識が観察され始めるまでの時間) は細胞周期  $G_1$ 、S、 $G_2$ 、M のどの時期の長さに相当するか、答えなさい。ただし、相当する時期は一つとは限らない。また、標識チミジンを含む培地で培養した時間は、細胞周期の各時期の長さに比べて無視できるほど短いものとする。

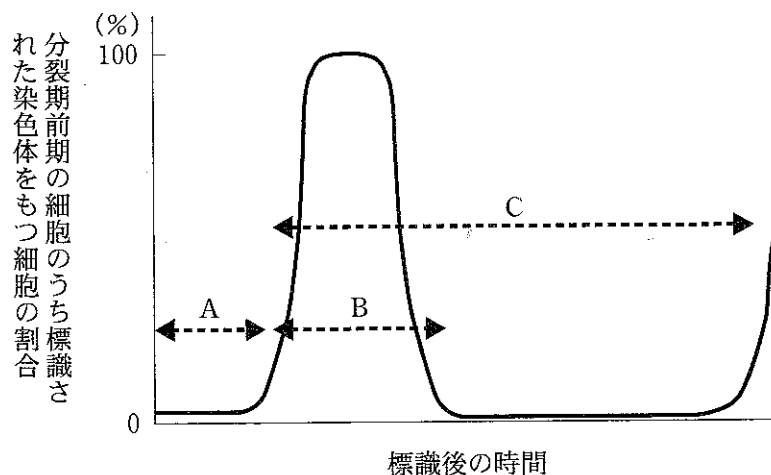


図 1

問 4 下線部(3)に関して、細胞周期の一周期中に一度だけ DNA の合成が起きるしくみを調べるため、ヒトの培養細胞を用いて以下の細胞融合実験を行った。実験結果を考察した下の文章中の  ,  にあてはまる最も適切な語句を、語句群から選び、記号で答えなさい。

実験 1  $G_1$  期の細胞と  $G_2$  期の細胞を融合させたところ、 $G_1$  期の細胞由来の核、 $G_2$  期の細胞由来の核ともに変化はみられなかった。やがて、 $G_1$  期の細胞由来の核でのみ DNA 合成が始まった (DNA 合成開始までの時間は、融合させなかった  $G_1$  期細胞と同じであった)。

実験 2  $G_1$  期の細胞と S 期の細胞を融合させたところ、 $G_1$  期の細胞由来の核で直ちに DNA 合成が始まった。S 期の細胞由来の核では DNA 合成が継続した。

実験 3 S 期の細胞と  $G_2$  期の細胞を融合させたところ、S 期の細胞由来の核では DNA 合成が継続し、 $G_2$  期の細胞由来の核には変化がみられなかった。

考察 この結果から、 期の細胞の細胞質には、共存する核に対して DNA の合成を誘導する活性があることがわかる。この活性により  DNA 合成が起こる。

< 語句群 >

- (a)  $G_1$       (b) S      (c)  $G_2$       (d)  $G_1$  および S      (e) S および  $G_2$
- (f) 核がどのような状態であれ
- (g) DNA 合成前の核に限り
- (h) DNA 合成後の核に限り

問 5 下線部(4)に関して、減数分裂により生じる配偶子や、ショウジョウバエのだ腺(だ液腺)染色体をもつ細胞は通常と異なる核相をもつ。それらの細胞が形成される際の細胞周期では、DNA 合成と分裂の順序にどのような違いがみられ、その結果、細胞のもつ核相(DNA 量)がどのように変化するか。両方の場合について、それぞれ 50 字以内で答えなさい。

4

次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

種Aのウニは受精後20時間で胞胚になり、その5時間後に原腸陥入を開始する。このウニを材料に用いて実験を行ない、実験結果1～4を得た。

実験結果1 未受精卵を浸透圧の低い海水に一度つけた後、正常海水にもどした(以下「低張海水処理」と呼ぶことにする)。卵割が始まり、低張海水処理後20時間で胞胚になり、その5時間後に原腸陥入を開始した。

実験結果2 核を除いた未受精卵を低張海水処理した。卵割が始まり、低張海水処理後20時間で胞胚になったが、そこで発生は停止した。

実験結果3 受精卵を、RNA合成阻害剤アクチノマイシンDを含む海水中で発生させた。卵割が始まり、受精後20時間で胞胚になったが、そこで発生は停止した。

実験結果4 いろいろな発生段階の胚を、タンパク質合成阻害剤シクロヘキシミドを含む海水中で発生させた。どの発生段階の胚も、すぐに発生を停止した。

問1 ウニの発生に関する次の記述のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 精子が卵のゼリー層に達すると、ゼリー層の物質が化学変化を起こし、受精膜へと変化する。
- (b) 受精膜の主な機能は、異種のウニの精子との受精を防ぐことである。
- (c) 受精により卵核と精核は合体し、相同染色体どうしの間で遺伝子の組換えが起こる。
- (d) 4細胞期の割球をばらばらに分けると、各割球からは小さいが正常な形をした幼生が生じる。
- (e) 第3卵割までは等割であり、ほぼ同じ大きさの8個の割球が生じる。

問 2 実験結果 1 のように未受精卵でも、特別な処理をすると発生が進むことがあるが、自然状態でも、アブラムシなどでは受精卵から発生する個体と未受精卵から発生する個体が存在する。受精卵から発生した集団と未受精卵から発生した集団との間にはどのような違いがみられるか。体の大きさ、染色体数以外の違いで、一般的にみられる違いを一つ、50 字以内で答えなさい。

問 3 ウニにおいて、卵割と通常の体細胞分裂とを比較した場合、分裂過程での細胞の体積の変化にどのような違いがあるか、80 字以内で答えなさい。

問 4 実験結果 1～3 は、胞胚期までと胞胚期後とでタンパク質合成に使われる RNA に違いがあることを示している。両者の間の相違点を 60 字以内で答えなさい。

問 5 種 B のウニは受精後 7 時間で胞胚になり、その 3 時間後に原腸陥入を開始する。種 A、B のウニの未受精卵、精子、受精卵を用いて以下の実験を行ない、実験結果 5～8 を得た。

実験結果 5 種 A の未受精卵を種 B の精子で受精させた。卵割が始まり、受精後 20 時間で胞胚になり、その 5 時間後に原腸陥入を開始した。

実験結果 6 種 B の未受精卵を種 A の精子で受精させた。卵割が始まり、受精後 7 時間で胞胚になり、その 3 時間後に原腸陥入を開始した。

実験結果 7 核を除いた種 A の未受精卵に種 B の受精卵の核を移植し、低張海水処理した。卵割が始まり、低張海水処理後 20 時間で胞胚になり、その 3 時間後に原腸陥入を開始した。

実験結果 8 核を除いた種 B の未受精卵に種 A の受精卵の核を移植し、低張海水処理した。卵割が始まり、低張海水処理後 7 時間で胞胚になり、その 5 時間後に原腸陥入を開始した。

- (1) 種 A のウニが受精してから胞胚になるまでの時間は、何によって決まるか、30 字以内で答えなさい。
- (2) 種 A のウニが胞胚になってから原腸陥入を開始するまでの時間は、何によって決まるか、30 字以内で答えなさい。

5 次の文章を読み、以下の問1～6に答えなさい。

ある河川に、魚類種 N が生息している。この種 N は、河川の流れに乗って流下する水生昆虫を餌として利用している。各個体は互いに排他的な生活空間であるなわばり<sup>(1)</sup>をもち、この中にとどまって餌をとる。このとき、各個体はそれぞれのなわばりの最も上流に位置して採食し、なわばり内の他の個体を排除している。この河川に長さ 5 m の実験区間をもうけ、区間内および実験区間の前後から魚をすべて除去して以下の実験を行った。

#### 実験 1

この区間に、それぞれ体サイズが異なるように選んだ 12 個体の種 N を放したところ、10 個体(表 1 の個体番号 1～10)が実験区間内になわばりをもった(図 1-1)。一方、なわばりをもたなかった 2 個体(個体番号 11 と 12)は、実験区間外<sup>(2)</sup>に出て行った。実験区間に流れ込む餌の量は一定で 100 mg/分であるとする。この餌を魚が食べることによって、流下する餌の量が減少する。各個体の採食量となわばりの大きさをそれぞれ表 1 に示す。ここで、採食量は、個体が生存するのに必要な時間あたりの餌の量で表し、なわばりの大きさは、水平方向の個体間の距離で表した。このとき、地点ごとの餌の供給量を、図 1-2 に示す。この図を「餌供給構造図」と呼ぶことにする。

表 1 実験に用いた 12 個体の種 N の採食量となわばりの大きさ

個体番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
採食量(mg/分)	20	15	12	10	9	8	7	6	5	5	4	4
なわばりの大きさ(cm)	85	80	70	60	50	40	30	20	10	10	—	—

## 実験 2

実験区間から種 N を除去し、この河川に生息する魚類種 I を 5 個体あらたに放したところ、図 2 のような餌供給構造図がえられた。種 I は他の地域から人為的にもち込まれ、定着した種である。ここで、地点 A から数えて 3 番目のなわばりの大きさは 70 cm であった。また、なわばりをもたなかった個体は、実験区間外へ出て行った。

## 実験 3

種 I を除去し、実験 1 で用いた 12 個体の種 N と、実験 2 で用いた 5 個体の種 I を実験区間に放した。種 I は攻撃性が強く、種 N をなわばりの中から排除するのが観察された。

問 1 下線部(1)について、このような同じ種の個体が資源を取りあう関係を何と  
いうか答えなさい。

問 2 下線部(2)について、これら 2 個体がなわばりをもたなかった理由を実験 1  
の結果から読み取って、90 字以内で答えなさい。

問 3 下線部(3)のように、他の地域や他の国から人為的にもち込まれた生物種を  
何と呼ぶか答えなさい。

問 4 下線部(3)で示されたような種が、在来の生物種や生態系に影響を及ぼして  
いる例が知られている。どのような影響が知られているか、生物種を一つあ  
げて説明しなさい。

問 5 種 I の個体の採食量となわばりの大きさについて、実験 2 の結果からわか  
ることを種 N と比較し 60 字以内で説明しなさい。

問 6 実験 3 の結果、実験区間内になわばりをもった個体は、種 N、種 I それぞ  
れ何個体であったか答えなさい。また、このとき餌供給構造図はどのよう  
になるか、図に示しなさい。

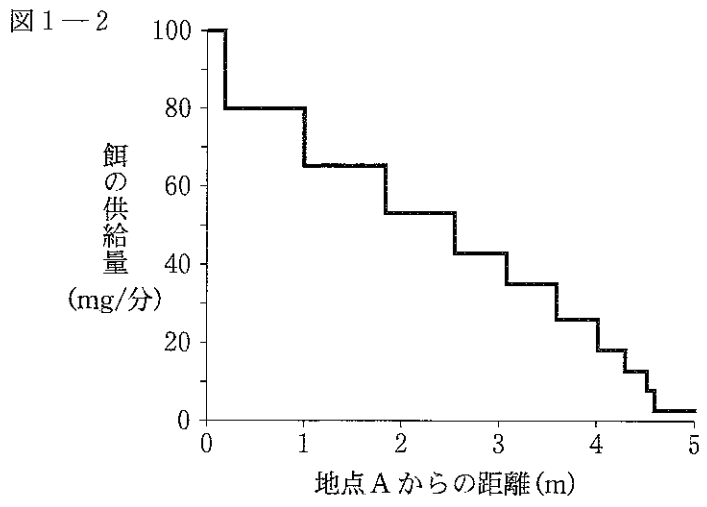
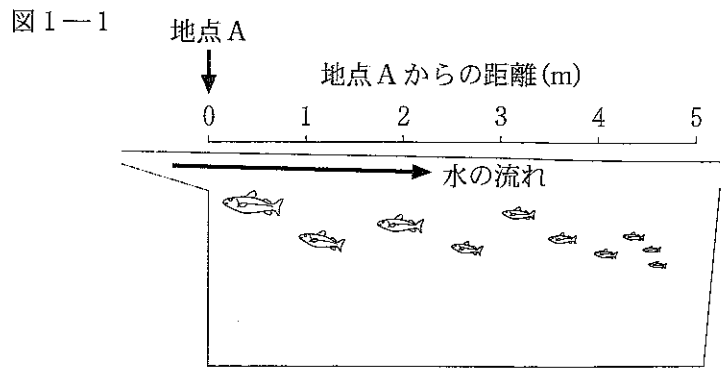


図1. 実験区間, および種 N の各個体の位置(図1-1)と餌供給構造図(図1-2)



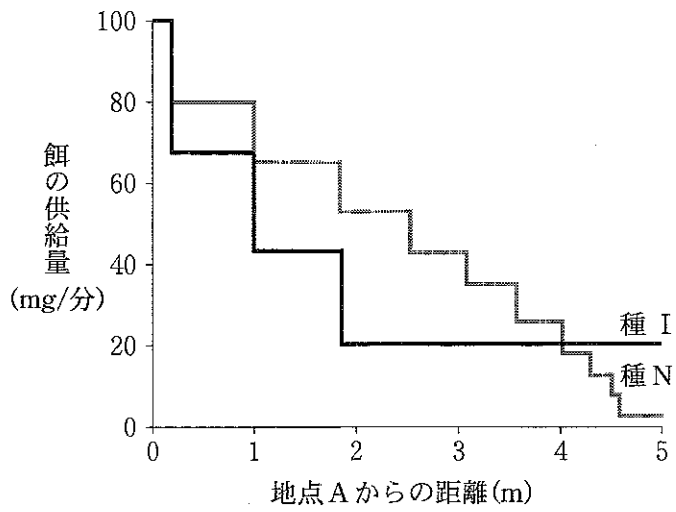


図2. 種Iの餌供給構造図。比較のために、種Nの餌供給構造図(図1-2)を重ねて示す。

6

次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

現在、地球上には、およそ180万種の生物が存在すると言われている。この数は、研究者によって確認された種の数であり、未知の生物種数は含んでいない。<sup>(1)</sup>未知の生物を含めると、地球上には、数千万種から1億種もの生物が存在すると考えられている。

地球上に最初の生物が出現したのは、およそ38億年前である。その後、種数に大きな変動はなかったが、6億年ほど前から、生物の種数が急激に増え始めた。

特に、植物の種数は、およそ4億4千万年前から、急速に増加した。しかし、<sup>(2)</sup>新しく生まれた種のすべてが生き残れるわけではなく、多くは、環境の変化やその他の原因により、絶滅してしまう。生物は、およそ38億年の歴史の中で、新しい種の誕生と絶滅を繰り返しながら、現在の種の多様性を獲得するに至ったと考えられている。

新しい種が誕生することを、種分化と呼ぶ。種分化は、一つの種の集団間に、生殖的な隔離が生じることによって成立する。最もわかりやすい例は、地理的隔離による種分化であり、一般に次のような過程で起こると考えられている。まず、一つの種の生物集団が、大陸と離島など、お互いに行き来することのできない二つの集団に分かれる。分かれた二つの集団が長い期間にわたり隔離され続け<sup>(3)</sup>ていると、集団間の遺伝的な違いがしだいに大きくなり、やがては、両者の個体が再び出会っても、交配できなくなる。

地理的隔離による種分化の他に、染色体の倍数化や雑種形成によっても、種分化が起きる。これらの種分化は、地理的隔離による種分化に比べて、短い時間で<sup>(4)</sup>起こることが知られている。

問 1 下線部(1)で説明されている種数の内訳は、生物群によって異なる。次の生物群を、種数の多い順に左から並べ、解答欄に記号で答えなさい。

- (a) 維管束植物                      (b) 昆虫                      (c) 脊椎動物

問 2 下線部(2)で説明されている植物の種数の増加は、植物の陸上への進出によると考えられている。4億4千万年前に起こったどのような環境の変化が、植物の陸上への進出を可能にしたかを、40字以内で答えなさい。

問 3 下線部(3)について、時間の経過と共に、隔離された集団間の遺伝的な違いを大きくする作用を、以下の選択肢から三つ選んで記号で答えなさい。また、それぞれの作用が、集団内の遺伝的変異の大きさをどのように変化させるかを、45字以内で答えなさい。

- (a) 集団間の遺伝子の交流                      (b) 突然変異                      (c) 遺伝的浮動  
(d) 自然選択                      (e) 遺伝子平衡                      (f) 減数分裂  
(g) 種子の散布                      (h) 世代交代

問 4 下線部(4)について、染色体の倍数化や雑種形成による種分化が、地理的隔離による種分化よりも短い時間で起こるのはどうしてかを、50字以内で答えなさい。

7 次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

筋組織は、明帯と暗帯の繰り返し構造をもつ **ア** と繰り返し構造をもたない **イ** に大別される。心筋は **ア** に属し、収縮と弛緩を繰り返して血液を動脈に送り出している。ヒトの心臓は静脈から血液が流入する二つの **ウ** と、動脈へ血液を送り出す二つの **エ** から成り立つ。動脈と静脈は途切れることなく **オ** で連結していて、このような血管系を **カ** と呼ぶ。心臓の拍動を制御しているのは右心房壁にある **キ** である。**キ** は自発的に興奮する性質をもち、その興奮の間隔は、意思とは無関係に延髄の **ク** と、**ク** の支配を受ける **ケ** によって調節されている。**ケ** には胸と腰の部分の脊髄から出ている **コ** と中脳・延髄・脊髄の最下部から出ている **サ** がある。**コ** や **サ** の末端からは **シ** が分泌されて心拍数を調節している。

問1 上の文章中の **ア** ～ **シ** にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。

問2 下線部の構造は2種類の繊維が長軸方向に規則正しく平行に並んでいるためであるが、その繊維を構成するタンパク質の名称をそれぞれ書きなさい。

問3 心筋細胞の収縮は、神経細胞と同じしくみで起こり、静止電位の状態の心筋細胞膜が、活動電位を発生することがきっかけとなる。静止電位と活動電位が形成されるしくみについて120字以内で答えなさい。

問 4 心臓の収縮性を調節する因子として体液の温度とイオン濃度は重要である。図1のようにカエルの静脈洞(大静脈の合流部)と心房から作製した袋状の試料をカニューレの先端に糸で結び、カニューレと試料の内側にカニューレの外液と同じ組成の液体を矢印の液面の高さまで満たすと、心臓の拍動標本ができる。この拍動標本をカニューレの外液の入った容器に入れて、カニューレの外液の条件を変えながら、心拍数と、水滴の移動量から計測できる心拍出量(心臓が1回に拍出する量)の変化を観察できるようにした。室温は22℃であった。

- (1) カニューレの外液の温度を表1のa～dの四つの条件に変化させた場合、心拍数が最も増えるカニューレの外液を表1のa～dの中から一つ選び、その記号を書きなさい。
- (2) カニューレの外液は体液に相当するが、表2のaに比較して心拍数または心拍出量を増やす外液を表2のb～eの中から二つ選び、その記号を書きなさい。カニューレの外液の温度は22℃とする。

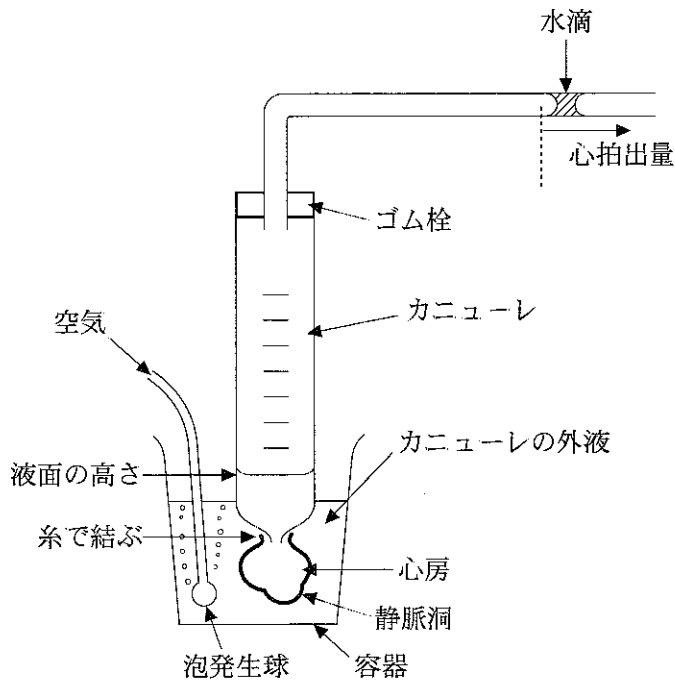


図1

出典：後藤昌義 他 「生理学実習書」南江堂，1983年 一部改変

表 1

	溶質濃度 (mmol/L)					温度 (°C)
	NaCl	CaCl <sub>2</sub>	KCl	グルコース	Tris-HCl	
a	110	1	2	10	10	5
b	110	1	2	10	10	10
c	110	1	2	10	10	20
d	110	1	2	10	10	30

Tris-HCl は溶液の pH を安定させる溶質である。

表 2

	溶質濃度 (mmol/L)					アセチルコリン (g/mL)	アドレナリン (g/mL)
	NaCl	CaCl <sub>2</sub>	KCl	グルコース	Tris-HCl		
a	110	1	2	10	10	0	0
b	110	0	2	10	10	0	0
c	110	5	2	10	10	0	0
d	110	1	2	10	10	0	$1 \times 10^{-7}$
e	110	1	2	10	10	$1 \times 10^{-8}$	0

Tris-HCl は溶液の pH を安定させる溶質である。

次の文章を読み、以下の問1～7に答えなさい。

近年、遺伝子の研究が進むにつれ、特定の遺伝子を改変する技術が農作物や家畜の品種改良、薬の生産などに応用されている。遺伝子組換えの基盤技術は、特定の遺伝子を別のDNAに組み込む手法であり、これを可能にしたのは、二つの重要な酵素の発見であった。また、遺伝子を増幅して大量に得る画期的な技術であるPCR法の開発も遺伝子組換え技術の進歩に重要な役割を果たした。

<sup>(2)</sup>組換えられた遺伝子は、様々な方法で異種、または同種の生物細胞に導入され利用されている。たとえば医療分野では、ヒト成長ホルモンやインスリンなどが大腸菌や酵母で生産されている。農業および園芸の分野では、本来その生物が持っていない有用な形質を有する同種、あるいは異種の遺伝子を、改良したい植物に導入し、商品価値を高めたトランスジェニック植物が<sup>(3)</sup>つくられており、食品としてすでに流通しているものもある。このトランスジェニック植物をつくる技術は、動物にも適用可能であり、<sup>(4)</sup>体内でラットの成長ホルモンをつくり、通常のサイズより大きくなるマウスや、導入された発光クラゲの蛍光物質の遺伝子によってからだから蛍光を発する動物などが代表例である。畜産分野では遺伝的に全く同一の個体をつくりだす  技術が特に注目されている。この技術には、①胚細胞を利用するものと、②体細胞を利用するものがあり、②は、我が国では牛などで試験的に成功している。①はヒトの発生においてもまれにみられることを技術として確立したもののだが、<sup>(5)</sup>②は自然界では起こりえず、核移植という操作が必要である。 技術は、個体をつくる技術であるのに対し、<sup>(6)</sup>ヒトの特定臓器や組織を体外でつくり出すことを目的とした技術が、現在、医療分野で大いに注目されている。これも  技術同様2種類あり、①受精卵から発生した胚を材料として作製された  細胞を利用するものと、②分化した組織の体細胞からiPS細胞(人工多能性幹細胞)をつくり出して利用するものに分けられる。

これらのバイオテクノロジーは、様々な分野で人間の生活向上に貢献しうるが、その反面、自然環境への影響や安全性の問題、また生命倫理に関する問題を抱えており、慎重に進めていくことが重要である。

- 問 1 文章中の  ・  にあてはまる最も適切な語句を入れなさい。
- 問 2 下線部(1)の“二つの重要な酵素”の名前をあげ、遺伝子組換えにおいて、どのような働きをするのかについて、それぞれ 25 字以内で答えなさい。
- 問 3 下線部(2)の PCR 法に最低限必要な材料を四つ書きなさい。
- 問 4 下線部(3)の植物への遺伝子の導入方法は、大腸菌への導入方法とは異なっている。植物に外来遺伝子を導入する際、“遺伝子の運び屋”が用いられるが、どのような“遺伝子の運び屋”を使うか 35 字以内で具体的に答えなさい。
- 問 5 下線部(4)の動物への遺伝子導入方法は、問 4 の植物への遺伝子導入方法とは大きく異なっている。動物への外来遺伝子の導入方法を、35 字以内で答えなさい。
- 問 6 下線部(5)は、何をさしているか 10 字以内で答えなさい。
- 問 7 下線部(6)の操作を使った哺乳類の  作製法について、60 字以内で具体的に答えなさい。



9 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

キクの白花は、白色の物質から黄色色素を合成できないために白色になる場合と、白色の物質から黄色色素を合成したあとで黄色色素が酵素によって分解されるために白色になる場合の両方がある(図1)。黄色色素の合成酵素遺伝子をY、黄色色素の分解酵素遺伝子をD、それぞれの劣性遺伝子をyおよびdと表記する。



図1

問1 遺伝子Yと遺伝子Dが独立に遺伝する場合、遺伝子型YyDd個体の自家受精による雑種第一代(F<sub>1</sub>)の白花と黄花の分離比を答えなさい。

問2 下記の遺伝現象のうち、問1で得られる分離比と同じ分離比を示すものを一つ選び、記号で答えなさい。ただし、いずれもヘテロ接合体どうしのF<sub>1</sub>の場合とする。

- (a) 条件遺伝子によるハツカネズミの毛色の遺伝
- (b) 抑制遺伝子によるカイコガのマコの色色の遺伝
- (c) 優性遺伝子によるエンドウの子葉色の遺伝
- (d) 補足遺伝子によるスイートピーの花色の遺伝
- (e) 不完全優性遺伝子によるマルバアサガオの花色の遺伝

問3 遺伝子Dからつくられる酵素が黄色色素の分解酵素ではなく、黄色色素を赤色色素に変換する酵素であると仮定し(図2)、遺伝子Yと遺伝子Dが独立に遺伝する場合、遺伝子型YyDd個体の自家受精によるF<sub>1</sub>の白花：黄花：赤花の分離比を答えなさい。



図 2

問 4 問 3 の  $F_1$  において、白花となる遺伝子型をすべて答えなさい。

問 5 問 3 において、遺伝子 Y と遺伝子 D が連鎖している場合、遺伝子型 YyDd 個体と yydd 個体との間で検定交雑を行ったところ、白花：黄花：赤花が 5 : 1 : 4 の割合で分離した。遺伝子 Y と遺伝子 D との間の組換え価 (%) を求めなさい。

10 次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

植物により生産され、極めて低い濃度で植物の成長や生理現象などを調節する作用をもつ物質を、と呼ぶ。の一種であるオーキシンは、重力などによる屈性に関与すると考えられている。例えば、垂直に成長した植物を水平に寝かせた場合、茎は重力に逆らって起きあがる一方で、根は重力に向かって屈曲する。このような現象は、重力の影響で植物体内におけるオーキシンの分布が不均一となり、植物の部位ごとに細胞の成長速度に差が生じるために起こると考えられている。根からを除去すると、重力による根の屈性は失われる。従って、は根における重力の感知とオーキシンの分配に関与していると考えられている。

植物に感染した病原菌が植物体におけるの生産や分布をかく乱し、植物の正常な生育を妨げることがある。例えば、菌類の一種であるイネ病菌は感染植物体内でジベレリンを生産し、イネを過度に生育させる。ジベレリンはこの病原菌の培養液からはじめて発見された。

問1 上の文章中の～に最も適切な語句を入れなさい。

問2 次の(a)～(e)のうち、オーキシンとしての活性をもつ物質をすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) ナフタレン酢酸
- (b) 2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)
- (c) カイネチン
- (d) オキサロ酢酸
- (e) インドール酢酸

問 3 植物の屈性に関する次の問いに答えなさい。

- (1) 次の(a)~(f)のうち、屈性に該当する現象をすべて選び、記号で答えなさい。
  - (a) ハエトリソウの捕虫葉が昆虫を捕える。
  - (b) キュウリの巻きひげが支柱に巻きつく。
  - (c) オジギソウの葉に触れると葉枕の部分が屈曲する。
  - (d) タンポポの花は光があたると開く。
  - (e) ムラサキツユクサの花粉管が柱頭や胚珠に向かって伸びる。
  - (f) チューリップの花は気温が上がると開き、下がると閉じる。
- (2) 屈性の定義を 40 字以内で述べなさい。

問 4 下線部に関わるオーキシンの性質を調査するために、暗所で発芽させたマカラスムギを用いて実験を行った。これについて、次の(1)~(3)の問いに答えなさい。

- (1) 図 1 は、濃度の異なるオーキシンがマカラスムギの幼葉鞘および根の成長に与える影響を示すグラフである。オーキシンの一般的な性質から考えると、幼葉鞘および根の成長を示すのは、それぞれグラフ A, B のいずれであると考えられるか。記号で答えなさい。
- (2) 図 1 において、オーキシンを処理しなかった場合(無処理)の幼葉鞘および根の成長を示すのは、横線①~③のいずれであると考えられるか。番号で答えなさい。また、そう考える理由を 60 字以内で述べなさい。
- (3) ある濃度のオーキシンを含む寒天片を、図 2 の(a)に示したように幼葉鞘の切断面にのせた。これを垂直に立てて暗黒下で 24 時間培養したところ、幼葉鞘は左に屈曲した。同じ濃度のオーキシンを含む寒天片を図 2 の(b)に示したように配置し、これを垂直に立てて暗黒下で 24 時間培養した場合、幼葉鞘はどのように変化すると考えられるか。解答欄に図を描き込んで示しなさい。なお、オーキシンを含まない寒天片を同様に配置して暗黒下で 24 時間培養した場合、図 3 のように伸長した。解答欄および図 3 に示した横線の間隔は、どちらも同じと見なすこと。

問 5 近年では生物のもつ機能や性質を操作して人為的に活用する技術、いわゆるバイオテクノロジーが広く利用されている。このような技術のうち、ア あるいは ア の活性を持つ物質を直接利用するものの例をあげ、具体的な方法や効果、用途を 120 字以内で説明しなさい。

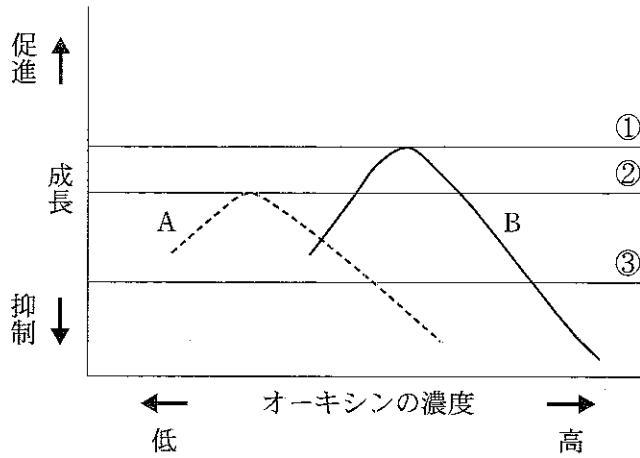


図 1

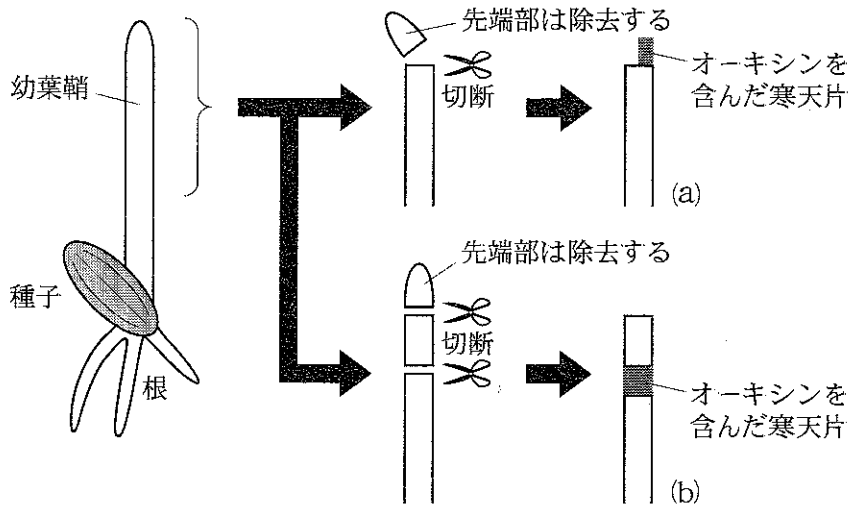


図 2

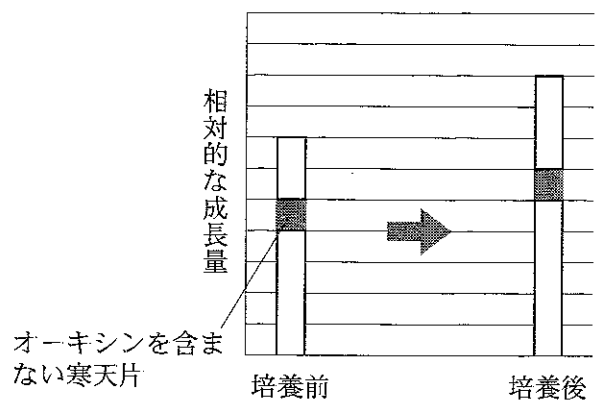


図3