

平成 18 年度入学試験問題

理 科

物理Ⅰ・物理Ⅱ 化学Ⅰ・化学Ⅱ
生物Ⅰ・生物Ⅱ 地学Ⅰ・地学Ⅱ

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ4枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は2枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物 理 Ⅰ・物 理 Ⅱ	1～9	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数(1または2)の科目を選択し，解答しなさい。
化 学 Ⅰ・化 学 Ⅱ	10～23	
生 物 Ⅰ・生 物 Ⅱ	24～35	
地 学 Ⅰ・地 学 Ⅱ	36～45	

- 3 選択する科目のすべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は，すべての解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙を試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして機の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

生物Ⅰ・生物Ⅱ

第1問

次の文章を読み、下の問1～問11に答えよ。

地球は今から約46億年前に誕生し、生命は約38億年前に初めて地球上に出現したと考えられている。原始地球の大気中には酸素はほとんど存在しなかったが、25～30億年前に、光合成で酸素を発生する酸素発生型光合成生物であるシアノバクテリア(ラン藻)が誕生し、次第に地球大気中の酸素濃度が高まっていった。シアノバクテリアは、細胞に核や細胞内小器官がない原核生物で、生物五界説では原核生物界に属する。進化的に原核生物界と植物界をつなぐのが原生物界の生物である。光合成の酸素発生は、地球上に豊富に存在する水を光化学反応で分解して起こる。光を吸収する光合成色素であるクロロフィルは、藻類や高等植物に共通に存在する色素である。酸素が地球大気に蓄積すると、それが紫外線と反応してオゾンとなり、生物に有害な紫外線を吸収した結果、生物が水中から陸上へ進出することが可能となった。植物は、陸上では土中の水分を吸収するための器官として根を発達させ、また、その水分を植物体全体に行きわたらせるために維管束を形成した。また、陸上植物は葉を発達させ、太陽光を有効に利用して光合成を行い、地上生態系の生産者の役割を担っている。

現在、地球上にはさまざまな場所に多くの種類の生物が存在しており、これを生物多様性という。しかし、人間の産業活動などの結果、地球上のいたるところで急激な環境破壊がすすみ、かなりの数の生物が絶滅の危機に瀕している。また、ある地域には本来存在しないはずの生物が人の手によってもち込まれ、生態系の混乱が起きている。わが国でも、昔から存在し親しまれてきた在来種の植物が、外国から侵入したいわゆる外来植物によって、その生存を脅かされている例が多く見られる。また、環境要因の変化、例えば地球の温暖化の進行により、植物の地理的分布に異常が生じ、農作物の生育に大きな影響が出始めている。地球上での生物多様性

は、長年にわたる生物進化の結果生じたものであり、それを短期間で破壊することは、今後、ヒトを含む地球上の生命の存続に重大な影響を与える可能性がある。

問 1 シアノバクテリアが出現した地質時代を何と呼ぶか。また、シアノバクテリアの働きでできた岩塊の化石が世界各地で発見されているが、それは何か答えよ。

問 2 真核生物の化石は、21 億年前の地層中に見ついている。真核生物の細胞は原核生物の共生によって進化したという考え(共生説)が有力であるが、この説によれば、植物の葉緑体はどのようにしてつくられたと考えられるか。また、共生説を裏づける事実として現在どのようなことが知られているか。それぞれ簡潔に答えよ。

問 3 光合成色素の種類や細胞分裂の特徴から、陸上植物の直接の祖先と考えられている藻類は何か。

問 4 過去に繁栄した生物の子孫で、祖先の特徴を保ち続け、現在も生存している生物を「生きている化石」という。植物で、「生きている化石」といわれるものの名前を一つあげよ。

問 5 生物は長い年月をかけて進化し、現在みられるような多様な種が生まれた。しかし、この様な多様な生物種において、いくつかの共通する特徴もみられる。これらの特徴とは何か。簡潔に三つ述べよ。

問 6 日本の植物群落には、南北方向に明確な水平分布がみられる。低地での極相は、北から順に、針葉樹林、夏緑樹林、照葉樹林、亜熱帯林である。次にあげる植物のうち、夏緑樹林と照葉樹林をつくる植物を、それぞれ二つずつ選べ。

ツバキ、ミズナラ、ブナ、ソテツ、ヒルギ、シラカシ、ハイマツ、エゾマツ

問 7 夏緑樹は秋になると紅葉し葉を落とす。葉のつけ根の、分離が起こる部分に、線状に小さな細胞がならんでいる部分を何というか。また、照葉樹の葉の表面は、ある物質が分泌されるために光沢がある。葉の表面にある水分を通しにくい層を何というか。それぞれについて答えよ。

問 8 次にあげる植物のうち、わが国の在来種はどれか。二つ選べ。

ブタクサ、オオアレチノギク、セイタカアワダチソウ、ヒメジョオン、シロバナタンポポ、オオイヌノフグリ、シロツメクサ、ナズナ

問 9 植物にとって、光は光合成を行うためのエネルギーとなるだけでなく、開花などのシグナルとして働く。次にあげる植物のうち、春から夏にかけて日長が長くなる時期に開花する植物はどれか。二つ選べ。

コムギ、トマト、トウモロコシ、ホウレンソウ、アサガオ、ダイズ、コスモス、キク

問10 光合成の研究では各種の放射性同位体が使われた。アメリカのルーベンが酸素発生の研究で用いた放射性同位体を含む化合物2種類(a , b)と、同じくアメリカのカルビンが暗反応の経路を明らかにした研究で用いた放射性同位体を含む化合物(c)の化学式をそれぞれ記せ。

問11 光合成で100 gのブドウ糖を作るには、何 molの二酸化炭素が必要か。答えは四捨五入して小数点以下1位まで求めよ。なお、原子量はC = 12, H = 1, O = 16として計算せよ。

第 2 問

図 1 は、大腸菌に由来するある酵素の遺伝子 A の伝令 RNA で、開始コドンから終止コドンまでの塩基配列を示している。これに関する下の問 1 ～ 問 4 に答えよ。

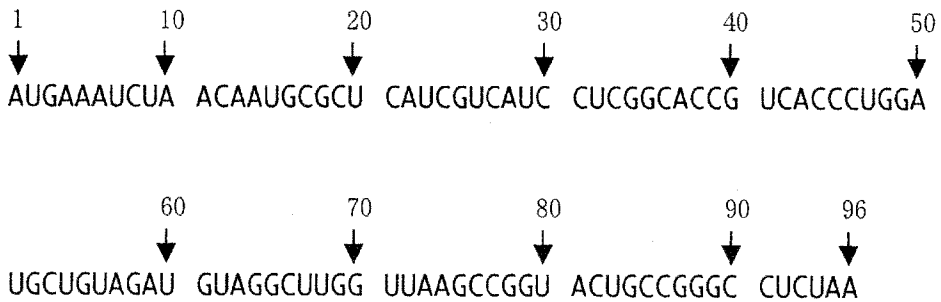


図 1

表 1

UUU	フェニル	UCU		UAU	チロシン(Y)	UGU	システイン(C)
UUC	アラニン(F)	UCC	セリン(S)	UAC		UGC	
UUA		UCA		UAA	終止	UGA	終止
UUG	ロイシン(L)	UCG		UAG	終止	UGG	トリプトファン(W)
CUU		CCU		CAU	ヒスチジン(H)	CGU	
CUC	ロイシン(L)	CCC	プロリン(P)	CAC		CGC	アルギニン(R)
CUA		CCA		CAA	グルタミン(Q)	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU		ACU		AAU	アスパラギン(N)	AGU	セリン(S)
AUC	インロイシン(I)	ACC	トレオニン(T)	AAC		AGC	
AUA		ACA		AAA	リシン(K)	AGA	アルギニン(R)
AUG	メチオニン(M)	ACG		AAG		AGG	
GUU		GCU		GAU	アスパラ	GGU	
GUC	バリン(V)	GCC	アラニン(A)	GAC	ギン酸(D)	GGC	グリシン(G)
GUA		GCA		GAA		GGA	
GUG		GCG		GAG	グルタミン酸(E)	GGG	

問 1 表 1 は遺伝暗号表である。AUG はメチオニンを指定すると同時に、翻訳の開始コドンとして働く。UAA, UAG, UGA の三つは、対応する運搬 RNA がなく翻訳を終わらせる終止コドンである。アミノ酸名のあとのかっこ内の文字は、そのアミノ酸を示す一文字の記号である。この表を参考にして、図 1 の伝令 RNA が翻訳されてできる酵素タンパク質のアミノ酸配列を、アミノ酸の一文字記号で記せ。

問 2 遺伝子 A の塩基が 1 個だけ置換して、この酵素のアミノ酸に次の(1)あるいは(2)の変異が起きた場合には、伝令 RNA 上では何番目の塩基がどの塩基に置換したと考えられるか。塩基の位置と塩基名をそれぞれ答えよ。

- (1) セリンがシステインに変わった変異。
- (2) ロイシンがセリンに変わった変異。

問 3 遺伝子 A のいくつかの塩基は、それらを他のどの塩基に変えても、転写・翻訳されてできる酵素タンパク質に変化が生じない。

- (1) この理由を記せ。
- (2) このような塩基の位置はいくつあるか答えよ。

問 4 大腸菌は、ふつう 30~42℃ で正常に増殖できるが、遺伝子 A の突然変異体は 30℃ でしか増殖できなくなっていた。遺伝子 A の突然変異を調べたところ、伝令 RNA 上の 43 番目のアデニンがシトシンに置き換っていた。アミノ酸がどのように変化したか答えよ。また、この変異体が 42℃ のような高温では増殖できず、30℃ では増殖できた理由をあわせて記せ。

第3問

次の文章を読み、下の問1～問6に答えよ。

細胞膜は、脂質の分子が二重に重なった油の膜の中にタンパク質(膜タンパク質)が入り込んだ構造をしている。油に溶けやすい分子の中には膜の脂質の部分を通過できる物質もあるが、多くの物質にはそれぞれに特有の通り道が存在する。これらの通り道はタンパク質でできている。このようなタンパク質は神経細胞にも存在し、神経細胞特有の電気現象の発生に重要な役割をもっている。

細胞の内側と外側の間には細胞膜をへだてて膜電位が存在し、普通、細胞の内側が外側に対して負(マイナス)になっている。このような電位を(a)という。神経細胞の軸索を刺激すると、その部分の膜電位に変化が起こり、内側が外側に対して正(プラス)となる。このような電位を(b)という。この変化は1000分の1秒ほどで終わり、膜電位は刺激前の値に戻る。(b)は、血しょう中に最も多く存在する(c)イオンが濃度差に従って膜内に流入することにより生じる。このような物質の輸送を(d)輸送といい、刺激により開き物質の通り道となる膜タンパク質のことを(e)という。理論的には(b)の発生が約100万回繰り返されれば、細胞内外の(c)イオンの濃度は等しくなるが、実際には(c)イオンの細胞内外の濃度差は、(f)という膜タンパク質によるイオンの輸送により維持されている。

神経細胞は軸索の末端部が他の神経細胞や効果器と接合しており、この部位で軸索末端から化学物質が分泌され、神経細胞の情報が他の細胞に伝えられる。この接合部位を(g)といい、この部位での情報の受け渡しのことを(h)という。化学物質が神経細胞から分泌されることによって、情報が他の細胞に伝えられることとは、迷走神経(副交感神経の一種)が付着したカエルの心臓を用いた実験により明らかにされた。迷走神経から分泌される物質である(i)は、神経細胞から骨格筋に情報を伝える時にも働くことが明らかとなったが、(i)の作用は心臓と骨格筋とで異なる。

問 1 文章中の(a)～(i)に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部アについて、(f)によってどのように濃度差が維持されているか。そのしくみについて説明せよ。また、このようなイオンの輸送を何というか答えよ。

問 3 図 2～図 4 は下線部イを明らかにするために用いる実験器具と材料を示す。図 2 は迷走神経の付着したカエルの心臓(リンガー液で満たしてある)で、収縮を記録することができる。図 3 は刺激をするための電気刺激装置と二本の金属線でできた刺激電極、図 4 はスポイトを示す。これらを用いて下線部イを明らかにするための実験を行いたい。その実験方法と予想される実験結果を説明せよ。図 2～図 4 に示した実験器具と材料は、それぞれ複数個用いてもよいこととする。

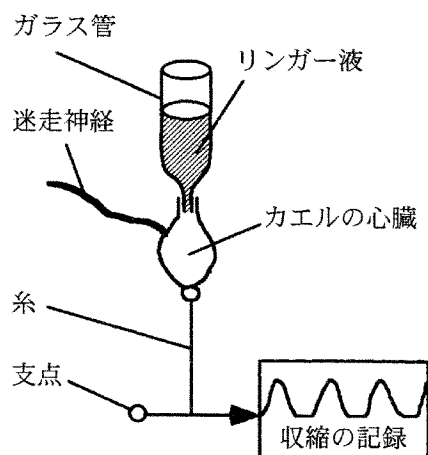


図 2

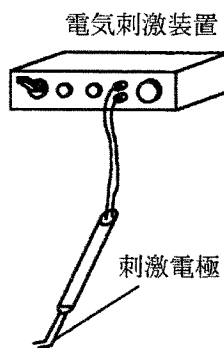


図 3

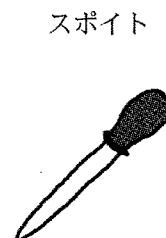


図 4

問 4 心臓は迷走神経とは異なる種類の神経によっても支配されている。その神経の名称と、その神経末端から分泌される物質名を答えよ。また、その物質は心臓にどのような作用をもつか答えよ。

問 5 骨格筋に(i)を作用させると、骨格筋の筋繊維細胞膜にどのような電気現象が生じるか答えよ。

問 6 下線部ウの理由を説明する最も適当なものはどれか。次の中から一つ選び、番号で答えよ。

- (1) 骨格筋に分布している神経は脊髄から出るが、心臓に分布している神経は脳から出る。
- (2) 骨格筋に分布している神経の方が、心臓に分布している神経より伝導速度が大きい。
- (3) 骨格筋に分布している神経の末端部と、心臓に分布している神経の末端部では化学物質の分泌量が異なる。
- (4) 骨格筋は運動ニューロンの信号により収縮するが、心臓はペースメーカーからの信号により拍動する。
- (5) 骨格筋に存在する受容体と、心臓に存在する受容体の働きが異なる。

第4問

生物の集団と進化のしくみに関する下の文章1を読み問1～問4に、文章2を読み問5～問8にそれぞれ答えよ。

文章1

イギリスの博物学者ベイツは、1848年から10年あまりの間アマゾン河流域を探検した。この探検旅行中に、ベイツはたくさんのドクチョウ科のチョウを採集した。ドクチョウは一般に黒地に赤色や黄色の混ざった派手な色彩をもつ。このように毒をもつ動物には色彩が派手なものが多い。これを(a)色という。また捕食者にとって味のよいエサ動物が味のまずいエサ動物に容姿を似せる現象を(b)という。(a)色とは逆に、捕食者に発見されにくい体色をもつ現象を(c)色という。ベイツは、ドクチョウ科のチョウと思って採集したチョウのなかに、やはり黒地に赤色や黄色の色彩をもつシロチョウ科のチョウがしばしば混ざっているのに気づいた。鳥などの捕食者にとってドクチョウは毒作用を示すのに対して、シロチョウはおいしいと考えられている。ベイツは、鳥にとっておいしいエサであるシロチョウは、鳥が食べるのを嫌がるドクチョウに容姿を似せることで、鳥たちに食べられるのを避けている^アと考えた。

問1 文章中の(a)～(c)に適切な語句を入れよ。

問2 下線部アのように、シロチョウがドクチョウに容姿を似せるように進化した理由を、「遺伝」、「変異」、「自然選択」という三つの言葉を使って100字以内で述べよ。

問 3 もしアマゾン河流域でのチョウの主な捕食者が鳥であり、しかも鳥が赤色や黄色の色彩を認知できないとすれば、この地域ではどのようなことが生じる可能性があるか。次の(1)～(5)のうち予測されるものを二つ選び、番号で答えよ。

- (1) ドクチョウに色彩を似せるシロチョウの割合は増えない。
- (2) ドクチョウの個体数に比べてシロチョウの個体数の割合が高くなる。
- (3) 鳥はシロチョウを食べなくなってしまう。
- (4) シロチョウのなかまで派手な色彩をもつものが増える。
- (5) シロチョウのなかにドクチョウのにおいや行動をまねる個体が現れる。

問 4 文章 1 は、自然選択による進化で説明できる内容について述べたものである。次の(1)～(7)のうち生物の進化を示すと考えられるものをすべて選び、番号で答えよ。

- (1) 結核菌やブドウ状球菌に抗生物質を投与すると、耐性をもった個体が生き残り、耐性菌が生じた。
- (2) 飼育していたオオクワガタの幼虫がさなぎを経てついに成虫になった。
- (3) カモやガンのひなは、親鳥の後に従って後追い行動をする習性をもつ。
- (4) 19 世紀後半のイギリスでは、工業化にともない黒色型のオオシモフリエダシャクの個体頻度が増加した。
- (5) 一度、赤い色彩の毒をもつチョウを食べた鳥は、二度と同じ色彩をもつチョウを食べなかった。
- (6) 干ばつが続くと、フィンチ(ヒワの仲間)の集団の中で、大きな硬い種子を食べることのできる太いくちばしをもった個体の割合が増えた。
- (7) 両生類が、硬骨魚類のある仲間から誕生した。

文章 2

1860 年にアメリカのニューヨークにあるハドソン川渓谷で栽培されているリンゴの果実を、ミバエの一種 *Rhagoletis pomonella* の幼虫が食べているのが発見され

た。このミバエはもともとサンザシという野生植物の果実を利用して繁殖していた。そこにリンゴが新しく導入されて栽培されるようになり、リンゴの果実を利用できる変異個体が出現した。ブッシュ博士とフィーダー博士たちの研究グループによる調査の結果、この地域のミバエにはサンザシを利用する集団とリンゴを利用する集団が、互いに混ざり合うことなく分布していることが分かった。このミバエの幼虫は、サンザシまたはリンゴの果実を食べて成長する。果実が地面に落ちると幼虫はい出てきて地中にもぐりさなぎになる。さなぎは翌年の初夏に羽化し成虫になる。成虫は羽化した場所の木の周りを飛び回り、その木の果実上で交尾をする。サンザシで育ったオスとメスはサンザシの上で交尾してサンザシに卵を産み、リンゴで育ったオスとメスはリンゴの上で交尾してリンゴに産卵する。リンゴはサンザシよりも2週間ほど早く果実が熟すので、サンザシを利用するミバエとリンゴを利用するミバエは出会うことがほとんどなく互いに交配しなくなった。このまま何百世代も両方の集団が交わることなく繁殖を続ければ、いずれ両方の集団は別種になるだろう。（日本生態学会編，生態学入門より一部改変）

問 5 下線部イの *Rhagoletis pomonella* は、このミバエの学名である。*Rhagoletis* は属名、*pomonella* は種小名を示す。このように属名と種小名の組み合わせにより生物を命名する方法を何と言うか。またこの方法を確立したのは誰か。それぞれ答えよ。

問 6 生物の分類で属よりも上位の分類階級を、下位の階級から順にあげよ。

問 7 下線部ウのようなしくみで、種が分化すると考える学説を何というか答えよ。また、この学説によって種の分化が説明できるミバエ以外の生物の例と、それが生じた地域をあげよ。

問 8 両方の集団が自由に交配できたとしても、なお集団の分化が生じる場合がある。そのためには、生まれた子世代にどのような条件が必要か。15字以内で述べよ。