D—1

令和７年度入学者選抜学力検査問題

理　　科

物　理　1 ページ～ 19 ページ
化　学　20 ページ～ 31 ページ
生　物　32 ページ～ 53 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. 監督者から指示があったら，解答用紙の上部の所定欄に受験番号，座席番号を，また，下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は，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，学部・学科等で異なるので，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，持ち帰りなさい。
8. 落丁，乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

生　　物

注意　1. 志望する学部・学科等により，表に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科等		解答する問題番号
国際教養学部	志望者のうち生物を選択する者	2　3　4　5
教育学部	志望者のうち生物を選択する者	2　3　4
理学部	数学・情報数理学科，化学科志望者のうち生物を選択する者	1　3　5
理学部	生物学科	1　3　4　5
理学部	地球科学科志望者のうち生物を選択する者	2　3　5
園芸学部	園芸学科，緑地環境学科志望者のうち生物を選択する者	2　4　5
園芸学部	応用生命化学科志望者のうち生物を選択する者	1　2　5
医学部	志望者のうち生物を選択する者	1　3　4
薬学部	志望者のうち生物を選択する者	1　3　4
看護学部	志望者のうち生物を選択する者	1　3　4
先進科学プログラム（方式Ⅱ）	化学関連分野志望者のうち生物を選択する者	1　3　5
先進科学プログラム（方式Ⅱ）	生物学関連分野	1　3　4　5
先進科学プログラム（方式Ⅱ）	植物生命科学関連分野	1　2　5

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しなさい。

1 次の文章を読み，以下の問い(問１～４)に答えなさい。

生物のDNAは紫外線によって絶えず傷つけられており，DNAの傷(損傷)が速やかに修復されなければDNA複製や転写が妨げられて細胞の増殖停止や細胞死が引き起こされる。そのため生物はDNA損傷を修復する機構を備えている。ヒトの場合，図１に示すように紫外線照射によって生じたDNA損傷を，まず修復タンパク質Xが見つけ出し，その後，損傷の両側でDNAに切れ目が入って損傷を含んだ20～30塩基分のヌクレオチドが切除される。次に切除された部分に(1)DNA複製と同様に，［ア］の働きによって相補的な塩基をもったヌクレオチドが，DNAの［イ］から［ウ］の方向へ連続的に結合し，最後に［エ］によって既存のDNA鎖に新生鎖が連結されてDNA修復は完了する。

DNAの塩基配列や染色体の構造・数が変化する現象を突然変異と呼び，上記の修復タンパク質Xを発現する遺伝子には，(2)野生型の対立遺伝子 *G* と突然変異によって生じた対立遺伝子 *g* が存在する。常染色体にある対立遺伝子 *g* のホモ接合体の人は，紫外線によるDNAの傷が修復されずに日光過敏症を呈(てい)して皮膚疾患を発症するが，遺伝子型が *Gg* の［オ］接合体の人は日光過敏症を呈(てい)さない。(3)遺伝子型が *GG* の健常者Aの皮膚から培養細胞Aを，また遺伝子型が *gg* の日光過敏症の患者Bの皮膚から培養細胞Bを作製した。

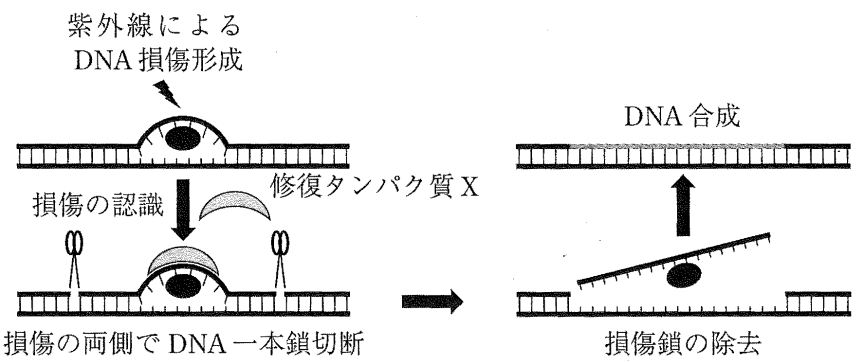


図１　ヒトの紫外線によるDNAの損傷修復の仕組み。紫外線によって傷ついた部位を黒丸で，修復前のDNA鎖を太い黒線で，修復後のDNA新生鎖を灰色の線で示す。

問 1　文中の［ ア ］～［ オ ］にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2　下線部(1)について，次の(a)～(f)の記述のうち，**誤っているもの**をすべて選び，記号で答えなさい。

(a)　岡崎フラグメントはリーディング鎖の鋳型鎖と相補的であり，DNAが開裂してほどけていく方向と逆向きに不連続に合成される。

(b)　DNA複製では連続的に合成される鎖をリーディング鎖と呼び，DNAが開裂してほどけていく方向と逆向きに不連続に合成される鎖をラギング鎖という。

(c)　リーディング鎖の鋳型鎖は岡崎フラグメントの鋳型鎖と相補的である。

(d)　DNA複製では連続的に合成される鎖をリーディング鎖と呼び，岡崎フラグメントはその前駆体である。

(e)　岡崎フラグメントは，ラギング鎖の前駆体でありDNA複製において同じ新生鎖に含まれる。

(f)　ラギング鎖はDNAが開裂してほどけていく方向に不連続に合成され，その断片を岡崎フラグメントと呼ぶ。

問 3　下線部(2)について，図2は，ヒト染色体上にある野生型の対立遺伝子 G（全長22,400塩基対）の構造を示している。対立遺伝子 G は，図2(a)に示すように遺伝子内に制限酵素Rで切断される部位が五つ存在し，図2(b)に示すように六つのエキソンを持つ。患者Bの対立遺伝子 g は，対立遺伝子 G に存在する五つの制限酵素Rの認識部位のうち一つで1塩基置換が生じたものであり，その他の変異はない。健常者Aと患者BのDNAからPCR法によって対立遺伝子 G および対立遺伝子 g の全長を増幅して，制限酵素Rで切断後に電気泳動した(図3)。この実験に関して次の①～③に答えなさい。

①　図3の電気泳動において(カ)で示される電極の極性を答えなさい。

② 患者Bの対立遺伝子 g に生じている1塩基置換は制限酵素R認識部位Ⅰ～Ⅴのうち，いずれの部位にある可能性が高いと考えられるか，Ⅰ～Ⅴで答えなさい。また，その理由を100字以内で答えなさい。なお，開始コドンと終止コドンはそれぞれエキソン1とエキソン6に存在し，スプライシングは健常者Aと患者Bに違いはない。

③ 対立遺伝子 G および対立遺伝子 g の全長を制限酵素Rで切断した際に予想される電気泳動のバンドのパターンを解答用紙に書き込んで図3を完成させなさい。

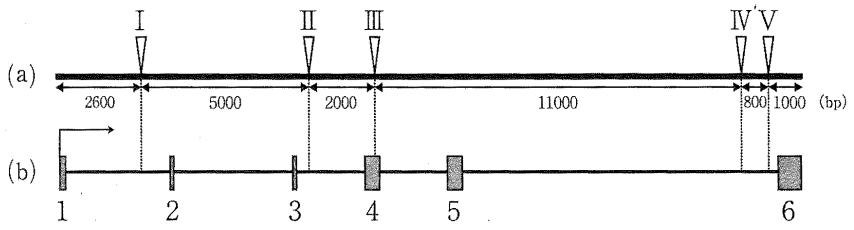
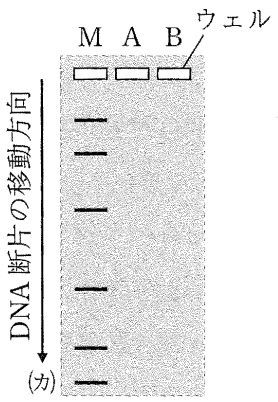


図2　ヒト染色体における対立遺伝子 G の構造。(a)全長22,400塩基対からなる対立遺伝子 G 内部における制限酵素Rによる認識部位Ⅰ～Ⅴおよび制限酵素Rで切断されたDNA断片の塩基対数(bp)を示す。(b)対立遺伝子 G のエキソン(四角)とイントロン(線)を示す。矢印は転写開始点からの転写方向。



マーカーDNA	
700 bp,	1,000 bp
2,000 bp,	5,000 bp
10,000 bp,	20,000 bp

図3　健常者Aの対立遺伝子 G と患者Bの対立遺伝子 g の電気泳動解析。それぞれの対立遺伝子の全長DNAを制限酵素Rで切断後，レーンAに健常者Aの，レーンBに患者BのDNAを電気泳動した。レーンMは図中に示す六つの異なる塩基対数(bp)のマーカーDNAの電気泳動のバンドを示している。

問 4　下線部(3)について，培養細胞Bは，紫外線を照射しない場合は培養細胞Aと同様な生存率を示すが，紫外線を照射されると異常を示す。培養細胞Aと培養細胞Bに様々な強さの紫外線を照射して，2週間後に細胞の生存率を求めた(図4)。その結果を示すグラフとして最も適切なものを次の(a)～(d)のうちから一つ選び，記号で答えなさい。

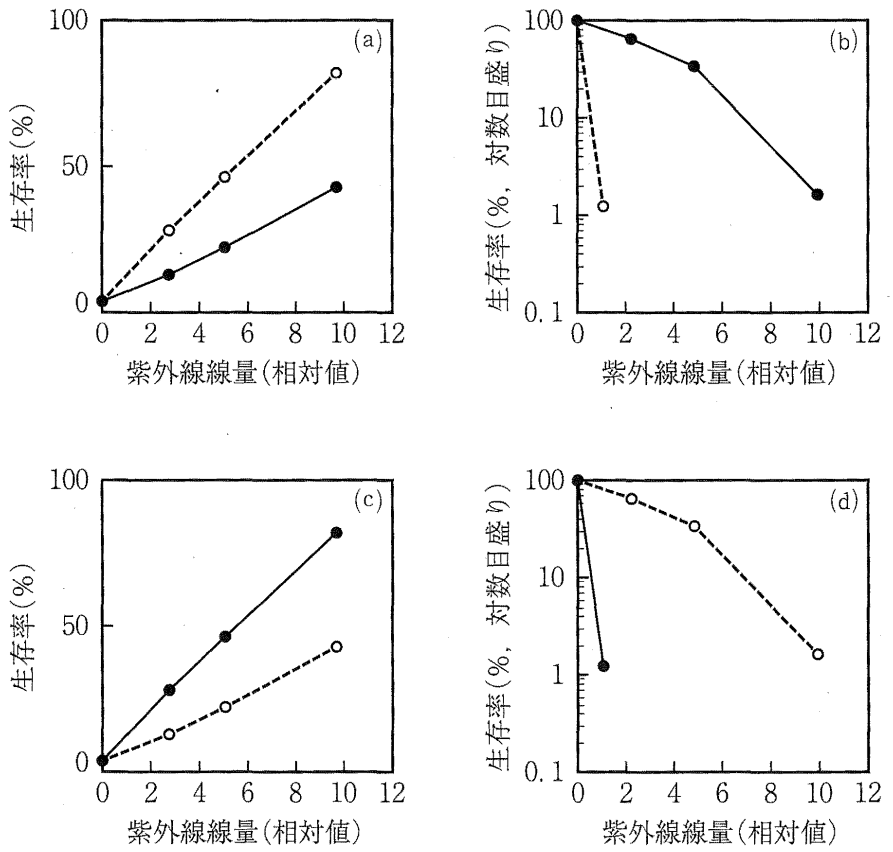


図4　紫外線照射後の細胞の生存率。1万個の細胞を培養皿に蒔いて2週間後に培養細胞A(実線)と培養細胞B(点線)の生存率を測定した。

出典：K.Tanaka et al.(1989)*PNAS*, 86：5512－5516(一部改変)

2 次の文章を読み，以下の問い(問1～6)に答えなさい。

ある被子植物について，葉の形を決める対立遺伝子としてAとa，葉の色を決める対立遺伝子としてBとbを持つとする。遺伝子A，aは，遺伝子B，bとは異なる染色体に存在している。この場合，対立遺伝子AとaとそしてBとbは，減数分裂において染色体が分かれる際，互いに影響しあうことなく，［ア］して配偶子に入る。遺伝子型AAまたはAaの表現型は「丸い葉」となり，遺伝子型aaは「細い葉」となる。また，遺伝子型BBまたはBbの表現型は「薄い色の葉」となり，遺伝子型bbの表現型は「濃い色の葉」となる。この時，「丸い葉」と「薄い色の葉」を顕性(優性)形質，「細い葉」と「濃い色の葉」を潜性(劣性)形質と呼ぶ。遺伝子型がAAbbの個体と，aaBBの個体を交配させると，(1)子世代(F_1)に現れる表現型はすべて同じであった。さらに子世代の自家受粉により得られた孫世代(F_2)では，(2)様々な表現型の個体が得られた。

遺伝子型aaの植物個体は，細胞膜の一部を陥入させて細胞外の物質を小胞のかたちで取り込む現象である［イ］に異常がみられた。遺伝子BとbのDNA塩基配列の違いは明らかになっていない。そこで，遺伝子Bおよびbの開始コドン(ATG)から終止コドン(TAG)までのDNA領域を，(3)PCR法により増幅して解析した。その結果，遺伝子bには約400塩基対の欠失が見つかり，遺伝子b由来のタンパク質は正常に機能しないことが考えられた。遺伝子型bbの植物個体は，細胞内の小胞の内容物を細胞外に放出する現象である［ウ］に異常がみられた。

問1　文中の［ア］～［ウ］にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2　下線部(1)について，子世代(F_1)の表現型として正しいものを次の(a)～(d)のうちから一つ選び，記号で答えなさい。

(a)「丸い葉」・「薄い色の葉」　　(b)「丸い葉」・「濃い色の葉」

(c)「細い葉」・「薄い色の葉」　　(d)「細い葉」・「濃い色の葉」

問 3　下線部(2)について，孫世代(F_2)において「細い葉」・「薄い色の葉」を持つ個体の割合は，理論上何パーセント(%)になるか，小数点第一位を四捨五入して答えなさい。

問 4　図1は，遺伝子Aの開始コドン(ATG)から終止コドン(TAG)までのセンス鎖のDNA配列を示している。また，遺伝子Aはイントロンを持たない遺伝子である。遺伝子aでは，図1で示す四角で囲んだ2塩基が欠失していることがわかっている。次の①・②に答えなさい。遺伝暗号表は表1に示したとおりである。また，被子植物のタンパク質の一番初めのアミノ酸は，開始コドンがコードするメチオニンとする。

① 遺伝子A，および遺伝子aを元にして翻訳されるタンパク質のアミノ酸数をそれぞれ数字で答えなさい。

② 遺伝子Aについて，変異をホモ接合で持つ突然変異体Iを得た。突然変異体Iでは，図2で示す四角で囲んだ3塩基が欠失していた。また，突然変異体Iの表現型は「丸い葉」であった。突然変異体Iが「丸い葉」を示した理由について，アミノ酸配列がどのように変化したのかを含めて，120字以内で説明しなさい。

表1　遺伝暗号表

1番目の塩基	2番目の塩基				3番目の塩基
	U	C	A	G	
U	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	U
	フェニルアラニン	セリン	チロシン	システイン	C
	ロイシン	セリン	(終止)	(終止)	A
	ロイシン	セリン	(終止)	トリプトファン	G
C	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	U
	ロイシン	プロリン	ヒスチジン	アルギニン	C
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	A
	ロイシン	プロリン	グルタミン	アルギニン	G
A	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	U
	イソロイシン	トレオニン	アスパラギン	セリン	C
	イソロイシン	トレオニン	リシン	アルギニン	A
	メチオニン(開始)	トレオニン	リシン	アルギニン	G
G	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	U
	バリン	アラニン	アスパラギン酸	グリシン	C
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	A
	バリン	アラニン	グルタミン酸	グリシン	G

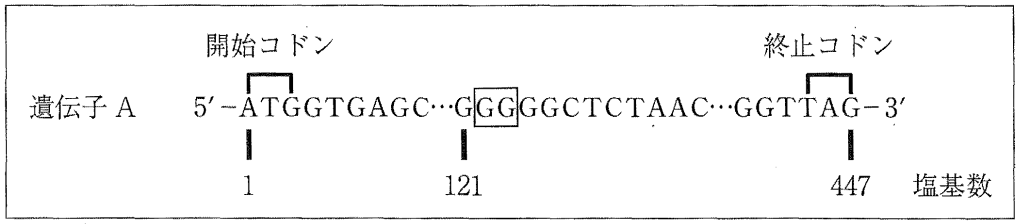


図1　遺伝子Aの開始コドンから終止コドンまでのセンス鎖のDNA配列。四角で囲んだ部位は遺伝子aで欠失した2塩基を示す。中間の塩基配列は･･･で省略している。

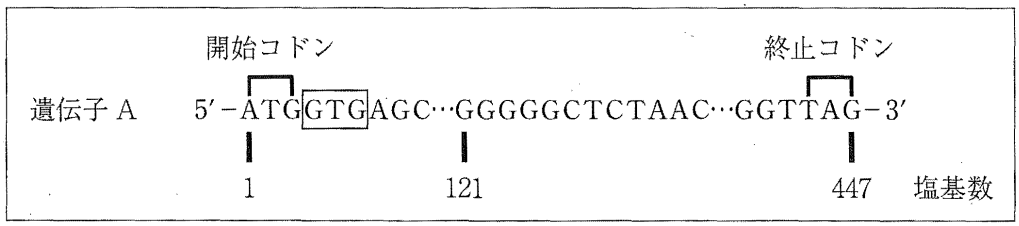


図2　遺伝子Aの開始コドンから終止コドンまでのセンス鎖のDNA配列。四角で囲んだ部位は突然変異体Iで欠失した3塩基を示す。中間の塩基配列は･･･で省略している。

問 5　下線部(3)について，この略称の正式名称を日本語で答えなさい。

問 6　図3は，遺伝子Bの開始コドンから終止コドンまでのセンス鎖のDNA配列を示しており，中間の塩基配列は･･･で省略している。図3に示した開始コドンから終止コドンまでの遺伝子BのDNA領域を増幅するためのプライマーとして適切なものを，次の(a)～(h)のうちからすべて選び，記号で答えなさい。

(a)　5′−TACCTAGGCCTCGTC−3′

(b)　5′−CTGCTCCGGATCCAT−3′

(c)　5′−CTAATCAACTGAAAG−3′

(d)　5′−GACGAGGCCTAGGTA−3′

(e)　5′−CTTTCAGTTGATTAG−3′

(f)　5′−GAAAGTCAACTAATC−3′

(g)　5′−GATTAGTTGACTTTC−3′

(h)　5′−ATGGATCCGGAGCAG−3′

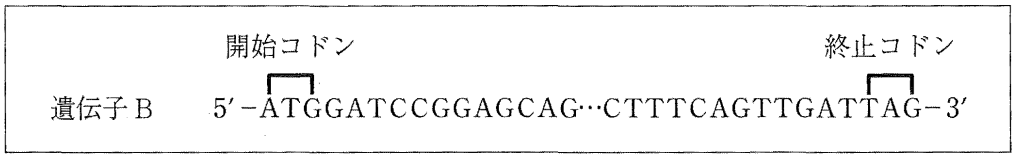


図3　遺伝子Bの開始コドンから終止コドンまでのセンス鎖のDNA配列。中間の塩基配列は･･･で省略している。

3 次の生徒と教師との会話を読み，以下の問い(問１～４)に答えなさい。

生徒：先生，こんにちは。

教師：はい，こんにちは。おや？　なんだか疲れていないかい？

生徒：はい。週末にバスケットボール大会があったのですが，決勝戦で負けて２位に終わってしまいました。

教師：準優勝だったのかい？　決勝戦まで勝ち進んだなんてすごいことじゃないか。

生徒：ありがとうございます。今日は筋肉痛なのでしっかり回復に努めようと思います。

教師：せっかくなので，一緒に生物の授業で習った骨格筋の構造と働きについて復習しながら，休養してはどうだい。骨格筋の構造は覚えているかい？

生徒：はい，そうしてみます。骨格筋は，一般の細胞と異なり筋繊維という複数の［ア］をもつ細長い細胞が集まったもので，関節を挟んだ骨と骨とを腱を介してつないでいます。筋繊維の中には，多数の細長い［イ］が束になって詰まっています。

教師：それぞれの［イ］は，内部にカルシウムイオンを貯えた袋状の筋小胞体で包まれているのだったね。そして，その筋小胞体は筋繊維の細胞膜が管状になって入り込んだ［ウ］に接しているのだったね。骨格筋は別名なんて言うのかな？

生徒：はい，横紋筋です。

教師：横紋筋の名前の由来は，(1)明るく見える明帯と暗く見える暗帯とが交互に配列しているために縞模様に見えることからきているね。細かい構造は覚えているかな？

生徒：明帯の真ん中には［エ］があって，それに仕切られた間がサルコメア(筋節)です。

教師：そうだね。さて，カエルの神経筋標本の神経を電気刺激した実験は覚えているかな。神経への電気刺激の頻度と筋収縮の大きさには図１のような反応の種類があったよね。

生徒：はい。図1のAの筋収縮の反応は［オ］といい，Bの筋収縮の反応は［カ］といいます。

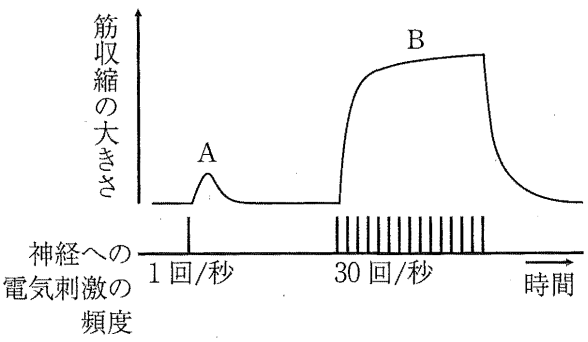


図1　神経筋標本における刺激頻度を変えた時の筋収縮

教師：そうだね。次はその筋肉を動かす仕組みを考えてみよう。私たちがある動作をしようと意識すると，大脳からの指令が電気信号として神経を伝わり，神経伝達物質のアセチルコリンによって筋肉に伝えられる。運動ニューロンの神経終末と筋繊維とがシナプス間隙をはさんでシナプスを形成している部分は，［キ］というね。ひとつの運動ニューロンとこれが支配するすべての筋繊維は，運動単位というよ。

生徒：なるほど。筋力トレーニングする時は，動かす筋肉のひとつひとつを意識しておこなうと効果が上がる，と聞いたことがあります。

教師：そうだね。意識的な運動以外にも，筋肉には無意識でも動くように反射という仕組みがあるね。

生徒：(2)膝関節で起こる膝蓋腱反射が有名ですね。あとは，熱いものを触ったときに素早く手を引っ込めるのが，［ク］反射です。

教師：こうした反射はスムーズな運動やケガの予防にもつながっているのだよ。

生徒：そうなんですか。自分はウォーミングアップが足りなかったのか，足がつってしまったことがあります。

教師：準備運動は大切だね。ちなみに，病気やケガなどでも筋肉の収縮に異常をきたすことがあって，(3)筋肉の収縮反応を変化させる薬物が治療薬として使われることがあるんだよ。

生徒：そんなお薬もあるんですね。今，筋肉痛なのですが，筋肉痛は乳酸が筋肉にたまるせいだと聞いたことがありますが，本当ですか。

教師：まずは，すぐに使える筋肉のエネルギーの供給源として，安静時に筋繊維

内にたくさん貯えられている物質を，覚えているかな？

生徒：はい，［ケ］です。

教師：そうだね。［ケ］からのエネルギー供給は長続きしないので，激しい運動では別のエネルギー産生の仕組みによって乳酸が作られる。実は，乳酸はエネルギーとして再利用できることがわかってきていて，筋肉痛の原因ではないと考えられてきているのだよ。現在では，筋肉痛は運動による筋繊維の損傷を修復する際の炎症が引き起こしていると考えられているよ。

生徒：そうなんですか！　先生，筋肉の話をしていたら，なんだか今日もバスケがしたくなってきました。

教師：いいね。でも，まずはしっかり栄養をとったり，ストレッチをしたり，十分な休養で自分の心と体のケアをして欲しいな。応援しているよ。

生徒：はい，ではそうします。次こそは優勝を目指して，トレーニングを頑張ります！

問 1　文中の［ア］～［ケ］にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問 2　下線部(1)について，次の①～③に答えなさい。

① 明帯と暗帯を構成するタンパク質(フィラメント)として，最も適切なものを，次の(あ)～(う)から一つずつ選び，記号で答えなさい。

(あ) アクチンフィラメント

(い) ミオシンフィラメント

(う) アクチンフィラメントとミオシンフィラメント

② 滑り説にもとづいて筋収縮が起こる仕組みを 2 種類のフィラメントとサルコメアの長さの変化を考慮して，80 字以内で説明しなさい。

③　神経から伝達された興奮の到達により生じる筋収縮の仕組みについて説明した次の文において，［ a ］～［ d ］にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

「筋小胞体から放出されたカルシウムイオンは［ a ］と結びつくと，［ b ］の立体構造が変化して［ c ］の［ d ］結合部位が露出され，そこに［ d ］頭部が結合する。」

問 3　下線部(2)について，膝蓋腱反射の反射弓に関する次の①・②に答えなさい。

①　膝蓋腱反射による屈筋(大腿二頭筋・ハムストリングス)の動きを抑制するのに働く脊髄内のニューロンの名称を答えなさい。

②　膝蓋腱反射による伸筋(大腿四頭筋)の動きについて，以下の用語を用いて 100 字以内で説明しなさい。

「感覚ニューロン」「運動ニューロン」「筋紡錘」

問 4　下線部(3)について，神経筋標本を用いた実験において，溶媒Wに溶かした薬物X～Zの効果により筋収縮の反応が図2－X～Zのように変化した場合，それぞれの薬物X～Zの作用に関する説明として最も適切なものを，次の(A)～(E)から一つずつ選び，記号で答えなさい。なお，対照実験として溶媒Wだけを投与した時の筋収縮の反応を図2－Wで示す。

(A)　運動ニューロンと筋繊維によるシナプス部位のアセチルコリン受容体に結合して，受容体の反応を活性化する。

(B)　運動ニューロンと筋繊維によるシナプス部位のアセチルコリン受容体に結合して作用を阻害し，受容体の反応を抑制する。

(C)　運動ニューロンと筋繊維によるシナプス部位のアセチルコリン受容体に結合して，筋繊維膜を脱分極させ続け，不応期が続く。

(D)　電気刺激による筋小胞体からのカルシウムイオンの放出量を増加させる。

(E)　電気刺激による筋小胞体からのカルシウムイオンの放出量を減少させる。

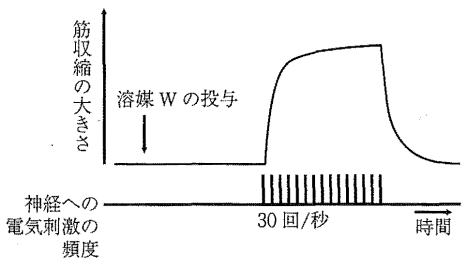


図2－W　神経筋標本へ溶媒Wを投与した時の筋収縮

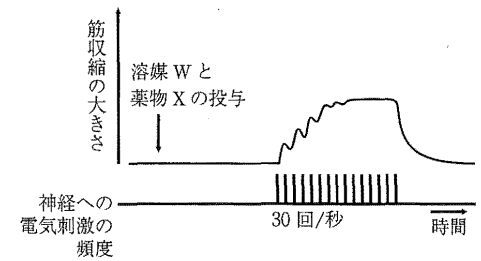


図2－X　神経筋標本へ溶媒Wに溶かした薬物Xを投与した時の筋収縮

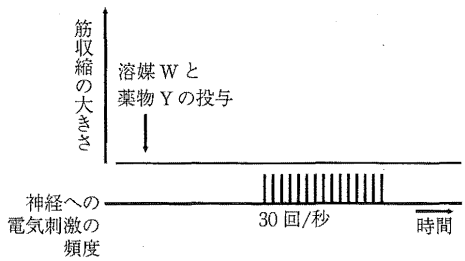


図2－Y　神経筋標本へ溶媒Wに溶かした薬物Yを投与した時の筋収縮

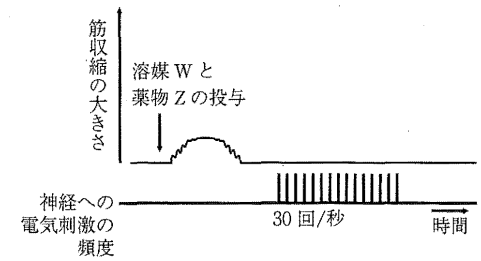


図2－Z　神経筋標本へ溶媒Wに溶かした薬物Zを投与した時の筋収縮

4 次の文章を読み，以下の問い(問１～４)に答えなさい。

森林の林床に生息するカメムシの一種は(1)子育てをすることが知られている。幼虫は林内に低密度で生えているある特定の樹種の実だけを餌とする。この樹種の実は熟したあとに落下し，それぞれの木の直下および近傍の地表に存在している。交尾を終えた雌は(2)地表の採餌効率の良い場所に単独で巣を作り，そこに産んだ卵塊を孵化するまで保護する。幼虫の孵化後，雌は幼虫への給餌を行う。(3)幼虫を残して出巣した雌は林床を歩き回り，落下した実を探す。その探索軌跡はしばしば曲がりくねった複雑なものとなる。餌となる実を発見した雌はそれを運搬しながら帰巣するが，その際の軌跡(帰巣軌跡)は探索時とは異なり，(4)巣までの直線的な最短経路となる。雌は幼虫の孵化後10日ほど生存し，その期間は絶え間なく給餌を続け，再び交尾を行うことはない。

問 1　下線部(1)について，次の文章を読み，以下の①・②に答えなさい。

このカメムシにみられる親が子の世話をする性質は亜社会性ともいう。昆虫では他に真社会性という性質を持つ社会性昆虫がおり，ハチやアリ，［ア］の仲間などが含まれる。社会性昆虫は血縁関係のある個体で集団をつくり，それらの個体は［イ］を行う少数の個体と，［イ］を行わない他の大多数の個体(ワーカー)に分けられる。ワーカーの間では，採餌・巣づくり・育児・防衛などの［ウ］がみられる。一部の鳥類や哺乳類においても，自身の子以外の世話を行う個体(ヘルパー)を含む集団の形成が知られ，［エ］と呼ばれている。

① 文章中の［ア］～［エ］にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

② 自身の直接の子を残すことにつながらないワーカーの行動は，「自らの子を数多く残すことができる個体ほど適応的である」という自然選択による進化の基本的な考え方と矛盾しているようにみえる。それにも関わらず，ワーカーが存在している理由を 80 字以内で説明しなさい。

問 2 下線部(2)について，ある場所にすむ生物の分布様式は主に三つの種類に分けられ，そのいずれになるかは様々な要因で決まる。このカメムシの巣の，林内全体における分布様式はその三つのいずれとなるかを答えなさい。なお，餌となる実をつける樹木の密度(単位面積あたりの数)は，巣の密度よりも十分小さいと考えること。

問 3 下線部(3)について，動物のなかには一定空間を占有し，そこに侵入した他個体を追い払う行動を示すものがあり，そのように防衛される空間を縄張りという。次の①・②に答えなさい。

① 縄張りと同様に動物が行動する範囲であるものの，防衛されない空間のことを何というか答えなさい。

② この子育て中のカメムシの雌は縄張りを形成する可能性がある。その理由を縄張りの意義に留意しつつ 100 字以内で答えなさい。

問 4　下線部(4)について，次の文章を読み，以下の①・②に答えなさい。

このカメムシは，太陽の位置情報をもとにして巣の位置を認識し，直線的な帰巣を行うことができる。この行動は，遮光した実験室(暗室)内で，人工的な光源を太陽に模した場合でも観察できる。図 1 は，ある個体における探索および帰巣の軌跡を，暗室上部からみたものである。巣(黒三角)から出たカメムシは，実線で示した探索軌跡を描きながら餌を探した。採餌地点(黒四角)で餌を得たあとは，破線で示した帰巣軌跡を描いて巣に戻った。

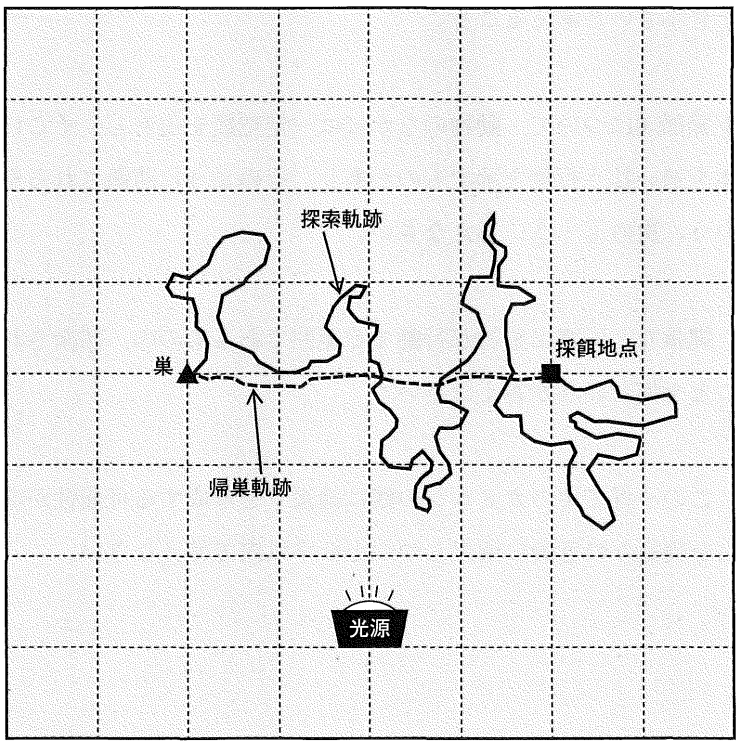


図 1　人工的な光源を設置した暗室内での観察結果。点線区画は位置情報を示すために便宜的に図に加えたもので，実際には存在しない。

図２は，同じ個体で実施した光源を操作する実験で，帰巣軌跡の一部を破線で示している。この実験では，最初は「光源Ａを点灯，光源Ｂを消灯」した状態でカメムシを行動させたが，帰巣時に採餌地点から巣までの距離の４分の１に達した瞬間に「光源Ａを消灯，光源Ｂを点灯」という状態に切り替えた。

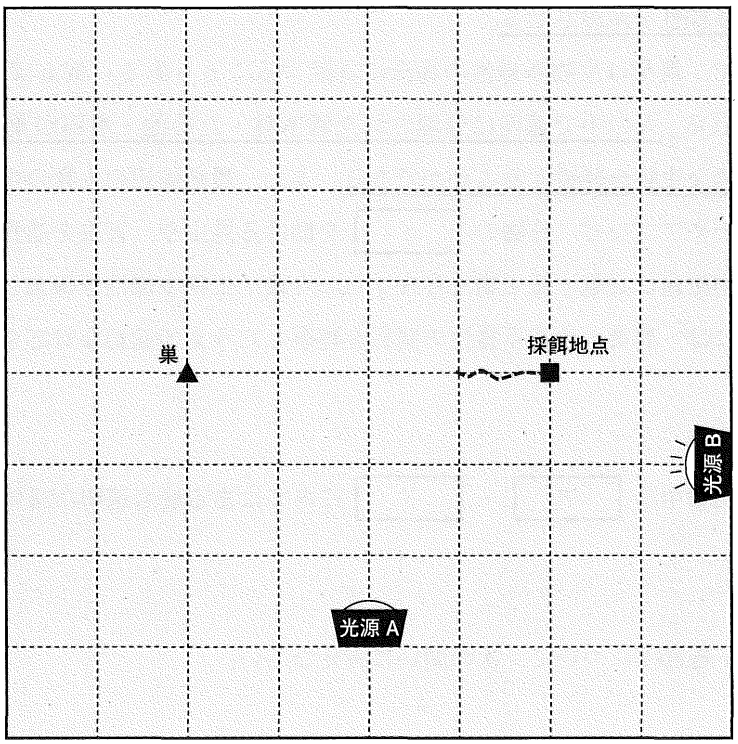


図２　光源を操作する実験

① このカメムシが帰巣時に示すような，動物が外界の刺激をもとにして一定の方向に自分のからだを向ける行動を何というか答えなさい。

② 図２の実験で，「光源Ａを消灯，光源Ｂを点灯」した状態に切り替えたとき，カメムシは暗室内のどの位置を巣として認識すると考えられるか。解答用紙の図の中に黒丸で描き入れなさい。

5 次の文章を読み，以下の問い(問１～４)に答えなさい。

20世紀以降，世界中で生物多様性が減少している。その要因は様々であるが，私たちの食料を生産する農地は地球の陸地の多くを占め，生物多様性に与える影響が大きい。例えば，農地を拡大することで起こる生息地の減少，(1)化学肥料に含まれる窒素やリンなどが農地以外の環境に流出することで起こる富栄養化は生物多様性を減少させる。

一方で，農業は生物多様性の保全に貢献することもある。例えば，［ア］と呼ばれる(2)人の手で適度に管理された雑木林・ため池・水田が集まった景観は，多様な生物を維持することができる。また，農地周辺の生物の中には花を訪れるハチやアブなど，作物の［イ］を助ける昆虫や，害虫を捕食するクモなど，作物生産に貢献する生物も存在する。今後，生物多様性を保全し，回復させるためには，農業と生物多様性の関係を理解したうえで適切な対応を取る必要がある。

問１　文章中の［ア］・［イ］にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問２　下線部(1)について，次の問いに答えなさい。

1000 m^2 の農地に，窒素成分を 20 kg 含む窒素肥料を散布した後，ダイズを栽培した。ダイズは栽培期間を通して農地面積当たり 5 g/m^2 の窒素を大気から固定する一方，ダイズの収穫によって農地面積当たり 10 g/m^2 の窒素が農地から持ち去られた。栽培期間中，脱窒素細菌の働きで，農地面積当たり 5 g/m^2 の窒素が大気中に窒素ガスとして放出された。また，一部の窒素は地下に浸透し地下水として農地以外に流出した。窒素肥料の散布前とダイズの収穫後とで農地土壌の窒素量に差がなく，上記以外で窒素の移動がないとき，1000 m^2 の農地全体で何 kg の窒素が地下水に溶けて農地以外に流出したか答えなさい。

問 3　次の文章を読み，以下の①・②に答えなさい。

草原生態系では，土壌が富栄養化すると植物種の多様性が減少することが世界中で報告されている。富栄養化が草原の植物の多様性を減少させる理由を検証するために，実験を行った。実験的に植生と土壌(植物種子を含む)をプランター上に再現した。このとき，各プランターで生育している植物の種数には違いがないものとする。そのうえで，以下の図１のように，(1)実験処理をしない(無処理)，(2)肥料を与え富栄養化させる(施肥)，(3)下層植生に日中のみ人工的に光を照射する(光照射)，(4)肥料を与え富栄養化させ，下層植生に日中のみ人工的に光を照射する(施肥＋光照射)，の４つの処理を行った。プランターの周囲は光を遮る暗幕で覆われ，太陽光は上方からのみ差し込む。なお，人工的な光源からの熱はないものとする。

各処理を施したプランターをそれぞれ５つ用意し，２年間の栽培を行った。各処理の実験後の地上部バイオマス(A)，植物がない状態で土壌に届く太陽光と比較して，実験中に土壌にまで届いた光(太陽光＋人工光)の割合(B)，実験処理前と比較して２年間の栽培後の植物種数の変化(C)の３種類の結果を得た(図２)。図２の模式図が示すとおり，点は各処理の平均値を，ひげはデータのばらつきを示す。図２Ａ～Ｃにおいて，ひげの示す値の範囲が他の処理と重なっていない場合は，その処理間に差があったとみなす。

① 図２Ｂに示すとおり，施肥だけを行うと土壌にまで届く光の量が減少した。その理由として考えられることを 40 字以内で説明しなさい。

② 施肥だけの処理では種数が減少した。一方で，施肥と同時に下層植生に光を照射すると種数が減少しなかった。それぞれの理由について，考えられることを合わせて 80 字以内で説明しなさい。

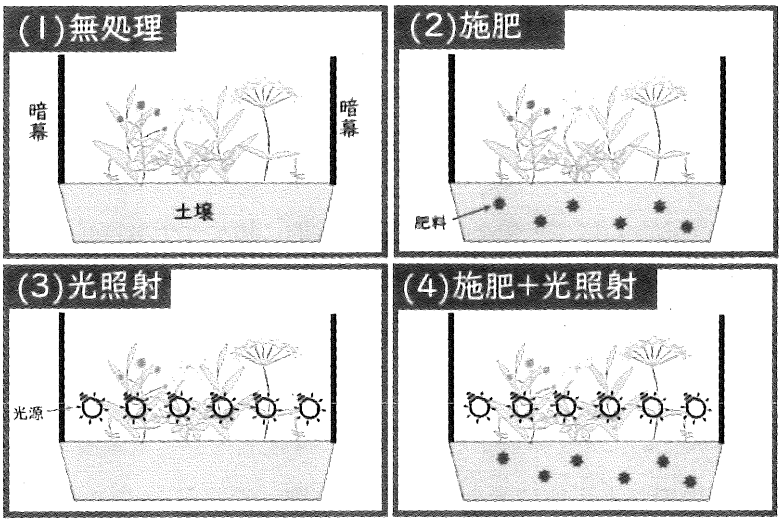


図1　4種類の実験処理開始時の様子

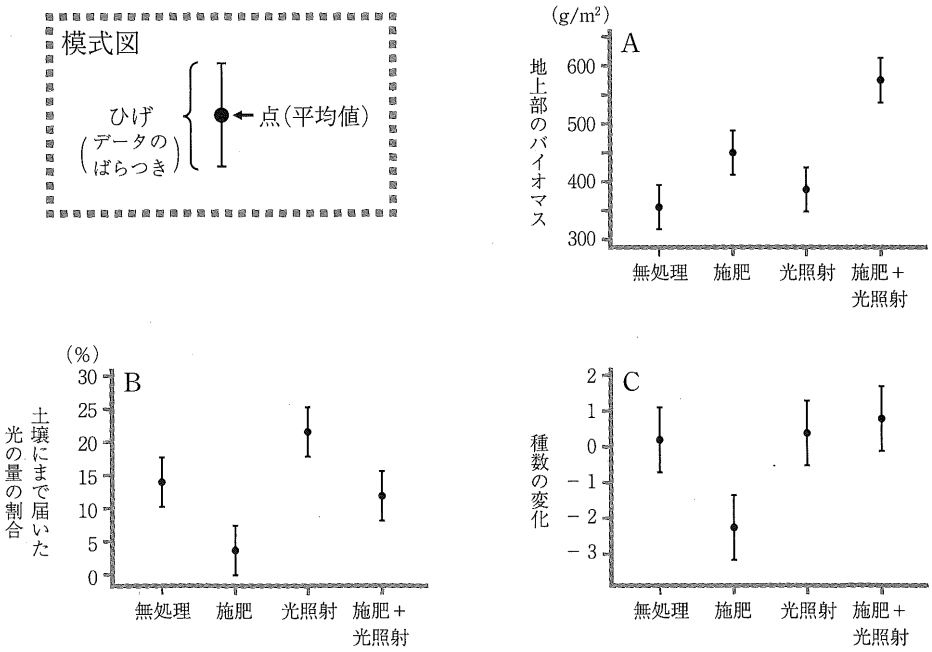


図2　各処理における地上部のバイオマス(A)，土壌にまで届いた光の量の割合(B)，種数の変化(C)，データの見方を示す模式図(左上)

出典：Hautier et al.(2009) *Science*, *324* (5927), 636–638.

問 4　下線部(2)について，人為的管理の程度や強さは生物多様性に影響することがある。次の図は人為的に管理されている草原における，調査地点ごとの草刈りの頻度と，そこに生育する植物の種数の関係をあらわしたものである。以下の①・②に答えなさい。

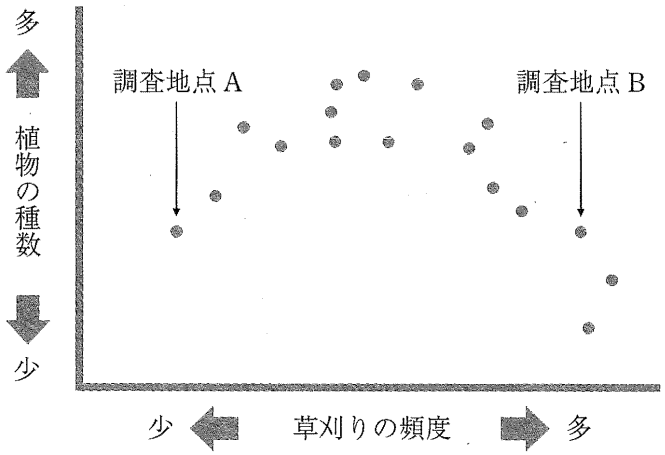


図 3　各調査地点における草刈りの頻度と植物の種数の関係

① 植物の多様性は草刈りのような攪乱(かく)の頻度に応じて変化する。図 3 に示されるように，多すぎず少なすぎない攪乱があるときに生物多様性が高くなるという考えを何と呼ぶか答えなさい。

② 調査地点 A と調査地点 B は出現する植物の種数は同程度だが，構成する植物種は大きく異なっていた。調査地点 A と調査地点 B ではそれぞれどのような性質を持った植物が多く出現すると考えられるか，合わせて 100 字以内で説明しなさい。