生　　物

（解答番号 1 ～ 27 ）

第 1 問　次の文章を読み，下の問い（**問 1 ～ 4** ）に答えよ。（配点　14）

牛乳をはじめ，多くの哺乳類の乳にはラクトース（乳糖）が含まれている。乳糖は消化酵素の一つであるラクターゼによって消化されるが，ラクターゼの働きは個体の成長とともに弱まるので，成長した個体が大量に乳を飲むと，(a)乳糖を消化しきれずに下痢をする。ヒトでもこの性質は一般的だが，成長後もラクターゼの働きが持続し，乳糖を消化できる形質（以下，L 有）をもつ者もいる。(b)L 有は，常染色体上のラクターゼ遺伝子で決まる形質で，ラクターゼの働きが持続しない形質（以下，L 無）に対して優性である。L 有および L 無の遺伝子は，ラクターゼの(c)遺伝子発現を制御している転写調節領域の塩基配列に違いがある対立遺伝子である。この二つの形質の頻度は世界の各地域によって差があり，(d)この地域差の出現には自然選択が関与したと考えられている。

問 1　下線部(a)に関連して，このような現象が起こる仕組みを説明した次の文章中の［ ア ］・［ イ ］に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。［ 1 ］

柔毛では乳糖は吸収されないが，乳糖がラクターゼによって分解されて生じるグルコースは吸収される。柔毛表面の細胞は，グルコースを［ ア ］輸送するタンパク質を発現しており，グルコースを小腸管内の濃度にかかわらず取り込む。他方，未分解の乳糖が大量に大腸に入ると，大腸管内の浸透圧が高くなり，便の水分が吸収されにくくなる。さらに，大腸内の細菌による発酵で乳糖が代謝されて生じる［ イ ］などの影響で腹部が膨満することがある。

	ア	イ
①	能　動	二酸化炭素
②	能　動	酸　素
③	受　動	二酸化炭素
④	受　動	酸　素

問 2　下線部(b)について，L 無の成人の頻度が 0.16 の集団でのヘテロ接合の頻度として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，ラクターゼ遺伝子には二つの対立遺伝子しか存在せず，この集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成立しているものとする。［ 2 ］

① 0.81　② 0.64　③ 0.48
④ 0.24　⑤ 0.16　⑥ 0.018

生　物

問 3　下線部(c)について，真核生物における遺伝子発現に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3**

① 乳糖の代謝に関係する複数の遺伝子が，オペロンという共通して転写の制御を受ける単位を構成している。

② DNA ポリメラーゼがプロモーターに結合することにより，転写が開始される。

③ 一つの遺伝子からは，一種類のポリペプチドのみが合成される。

④ タンパク質合成は，核内で起きる。

⑤ 細胞の種類が違うと，発現する調節遺伝子の種類も異なる。

問 4　下線部(d)に関連して，ヒトでのＬ有とＬ無の進化を知るため，**実験 1** ～ **3** を行った。**実験 1** ～ **3** の結果から導かれる考察として最も適当なものを，下の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4**

実験 1　世界の 6 つの地域について，そこで生活する多人数のヒトを対象にラクターゼ遺伝子の転写調節領域の塩基配列を調査すると，塩基が C または T である一塩基多型(SNP)が見つかった。この SNP の塩基に基づいたラクターゼ遺伝子の対立遺伝子の頻度を，これらの地域で比較したところ，表 1 の結果が得られた。

表　1

SNP の塩基	対立遺伝子の頻度					
	アジア（中国）	アジア（日本）	ヨーロッパ（スウェーデン）	ヨーロッパ（イタリア）	アフリカ（コンゴ）	アフリカ（ナイジェリア）
C	1.00	1.00	0.32	0.95	1.00	1.00
T	0.00	0.00	0.68	0.05	0.00	0.00

実験 2　**実験 1** のSNP を含む DNA 断片について，ラクターゼ遺伝子の転写を促進する調節タンパク質 Y が結合できるかどうかを，培養細胞を用いて確かめたところ，調節タンパク質 Y は T を含む配列と強く結合したが，C を含む配列とは強く結合しなかった。この実験から，T をもつラクターゼ遺伝子のほうが，転写活性が高いことが分かった。

実験 3　**実験 1** のSNP の塩基について，チンパンジー，ゴリラ，およびオランウータンのそれぞれ複数の個体のゲノムを調べたところ，全ての個体が C のホモ接合であり，ヒトの祖先型は C であることが分かった。

① L 無はアジアで生存上有利だったが，アフリカでは不利だった。

② L 無対立遺伝子は，ヨーロッパで最初に出現し，その後のヒトの移動に伴ってアフリカにも伝わった。

③ ヨーロッパでは L 有が生存上有利だったので，ほぼ全てのヒトが L 有対立遺伝子をもっている。

④ ヒトでは，L 無対立遺伝子に突然変異が起きて，L 有対立遺伝子が生じた。

⑤ どの地域でも，L 無のほうが L 有よりも頻度が高い。

生　物

第 2 問　次の文章を読み，下の問い(**問 1 ～ 4**)に答えよ。(配点　15)

フロリダ半島には，アノールトカゲの在来種であるグリーンアノール(以下，グリーン)が生息しているが，ある時期にキューバやバハマから(a)外来生物のブラウンアノール(以下，ブラウン)が移入された。グリーンとブラウンはともに木の幹に生息するため，種間競争が生じている。この種間関係がグリーンに及ぼす影響を調べるため，グリーンのみが生息する複数の人工島において，**実験 1 ～ 3** が行われた。

問 1　下線部(a)に関する記述として**誤っているもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 5

① 外来生物は，在来種との交雑により，在来種集団の遺伝的な固有性を損なうことがある。

② 外来生物は，ヒトの健康を脅かすことがある。

③ 外来生物を駆除して生態系を復元する試みは，世界中でほぼ成功している。

④ 外来生物は，移入されるまでは，在来種との間に共進化関係を有していない。

実験 1　ある人工島に 1995 年にブラウンを導入し(以下，導入区)，別の人工島には導入しなかった(以下，非導入区)。導入区と非導入区において，グリーンとブラウンそれぞれの個体群密度の変化を追跡したところ，図 1 の結果が得られた。なお，この 2 種のアノールトカゲの寿命は約 1 年半で，互いに交雑せず，島から出ることもなかった。

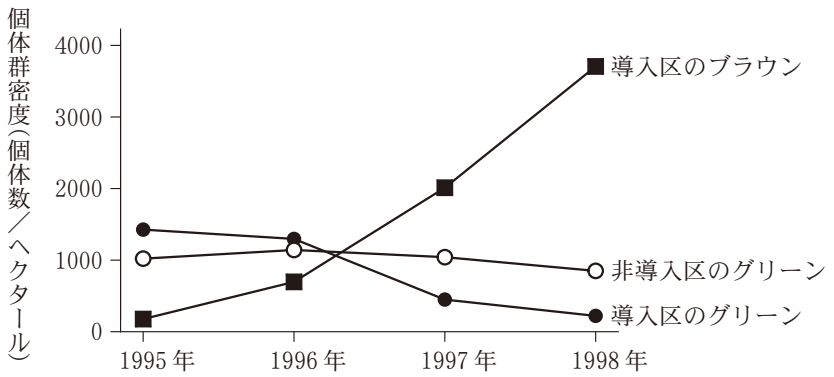


図　1

問 2　**実験 1** の結果から導かれる考察として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 6

① ブラウンの急速な増加は，種内競争が促進されたことによる。

② ブラウンは，導入から 3 年後には環境収容力に達した。

③ 導入区でのグリーンの減少は，ブラウンの影響による。

④ 導入区において，ブラウンとグリーンの合計個体数は，ブラウン導入前のグリーンの個体数とおおよそ等しくなり，安定した。

実験 2　導入区と非導入区において，グリーンとブラウンが留まっていた幹の高さを 3 年間にわたって記録したところ，図 2 の結果が得られた。

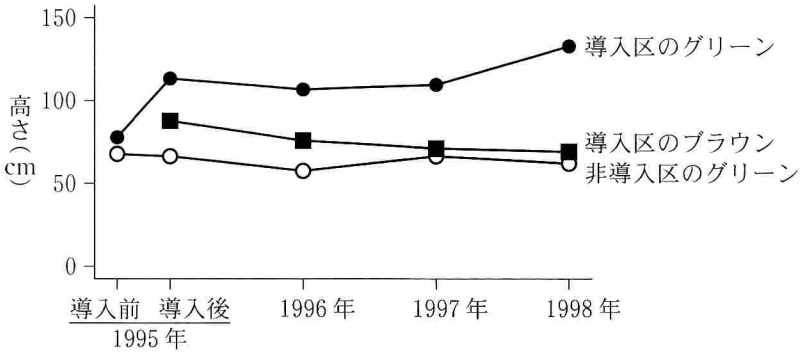


図　2

実験 3　アノールトカゲの指先には図 3 のような指先裏パッドがあり，その表面積が大きいと貼りつく力が強く，幹の高い位置に留まることができる。ブラウンの導入から 15 年後に，グリーンとブラウンが留まっていた幹の高さが図 2 と同様の傾向を示すことを確認したのち，導入区と非導入区からグリーンを採集し，指先裏パッドの表面積を比べた。また，それぞれのグリーンの雌から得た卵を同じ人工環境下で育て，子の指先裏パッドの表面積を比べたところ，図 4 の結果が得られた。

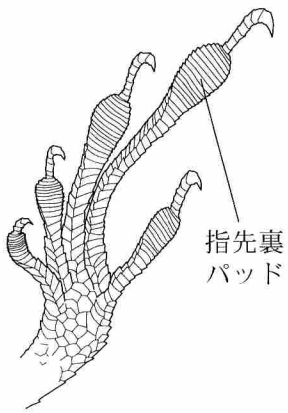


図　3

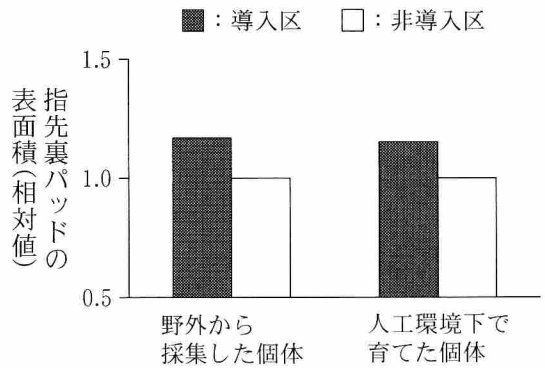


図　4

問 3　**実験 2 ・実験 3** の結果から導かれる考察として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 7

① 導入区のグリーンは，幹のより高い位置を利用するようになり，かつ，指先裏パッドの表面積が増加した。

② 導入区と非導入区のグリーンはともに，幹のより高い位置を利用するようになり，かつ，指先裏パッドの表面積が増加した。

③ 導入区のグリーンは，ブラウンとの競争により絶滅した。

④ ブラウンは，グリーンより指先裏パッドの表面積が大きいため，幹を利用する競争において優位であった。

問 4　**実験 1** ～ **3** の結果から導かれる考察として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 8

① ブラウンが導入されても，グリーンの個体群の存続には影響がないことが示された。

② 導入区と非導入区との間でみられたグリーンの指先裏パッドの違いは，世代を超えた変化によるものではなく，個体の成長の過程で生じたものである。

③ ブラウンとの種間競争の有無にかかわらず，グリーンは幹に貼りつく力を高める方向に進化すると予測される。

④ ブラウンの導入後 15 年間に，導入区のグリーンはブラウンと生活空間を分割するようになり，その表現型が進化した。

生　物

第 3 問　次の文章を読み，下の問い(**問 1 ～ 3**)に答えよ。(配点　12)

図 1 は，ある落葉樹林の林床に発達した複数の種からなる草本植物群集(以下，群落)における，早春と初夏の生産構造図である。図 1 の折れ線グラフは，群落内の光量の分布を示しており，早春の高さ 50 cm における日平均の光量に対する百分率(%)で表している。図 1 の棒グラフは，1 m^2 の区画で地面からの高さの層ごとに植物を刈り取り，葉とそれ以外の器官とに分けて乾燥重量を示したものである。棒グラフの塗り潰し部と網掛け部は，この群落の優占種 P とそのほかの種の生産構造をそれぞれ示している。

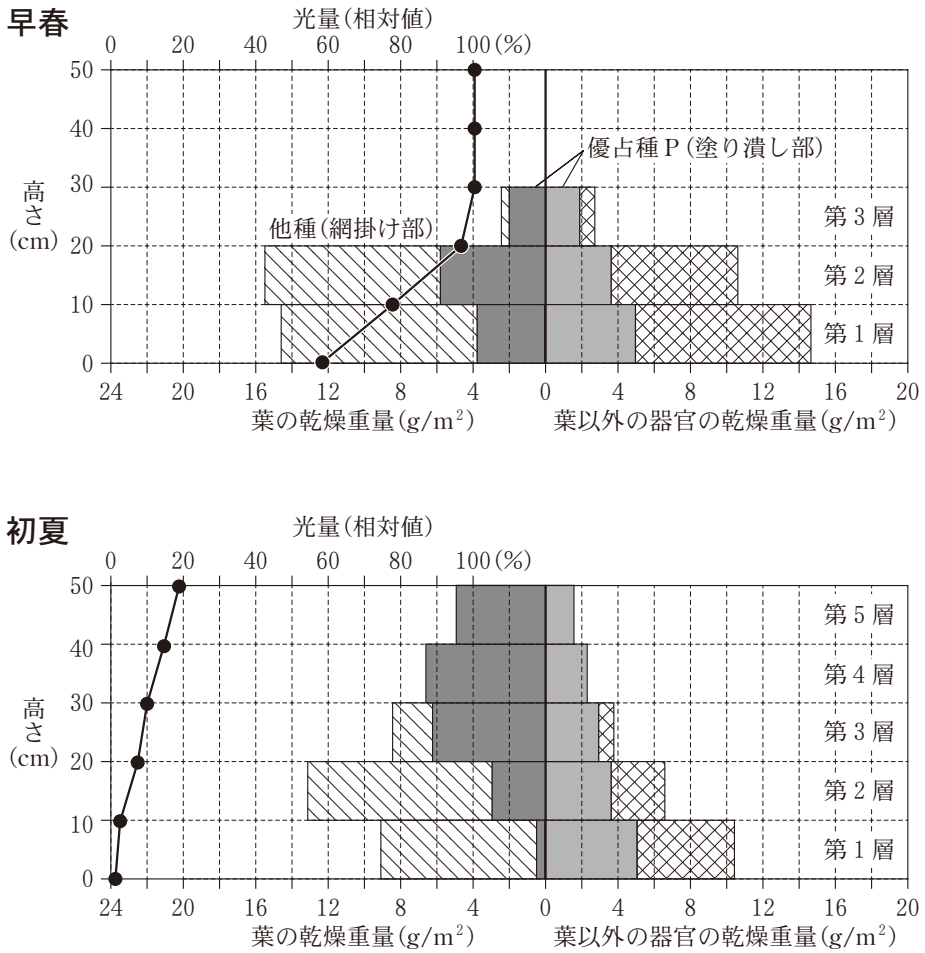


図　1

ソラさんとユメさんは，図1から読み取れることについて話し合った。

ソ　ラ：(a)図1の生産構造図から読み取れることはいろいろありそうだね。

ユ　メ：優占種Pの第2層の葉群の重量は，初夏には，早春と比べて約半分に減ってるよ。

ソ　ラ：逆に，優占種Pの第3層の葉群の重量は，初夏には，早春と比べて約［ア］倍に増加してるよ。この優占種の草丈は20 cmも伸び，上に新しい葉が多くついてるね。

ユ　メ：光量の変化についても見てみよう。第3層の上端である高さ30 cmの光量は，初夏には，早春と比べて約［イ］にまで減少してるよ。

ソ　ラ：初夏には，第5層の上端の光量も100 %と比べて大幅に低いから，早春から初夏にかけて，樹木が葉を広げて日当たりが悪くなったんだね。

問 1　下線部(a)について，図1から読み取ることができる，この草本群落内で生じた現象として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［9］

① 早春の第1層の葉群は，初夏には第3層にもち上がり，茎の下部に新たな葉がついた。

② 早春から初夏にかけて，優占種P以外の植物の個体数は減少した。

③ 早春から初夏にかけて，優占種Pの高さ20 cm以下の部位では，葉以外の器官の乾燥重量が大きく減少した。

④ 早春から初夏にかけて，優占種Pの高さ20 cm以上の部位では，全体の乾燥重量に占める葉の乾燥重量の割合が高まった。

⑤ 初夏の第1層と第5層との間の光量の差は，高木の葉が光を遮ることによって生じた。

問 2　会話文中の［ ア ］・［ イ ］に入る数値の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。［ 10 ］

	ア	イ
①	2	5 分の 1
②	2	10 分の 1
③	2	20 分の 1
④	3	5 分の 1
⑤	3	10 分の 1
⑥	3	20 分の 1
⑦	4	5 分の 1
⑧	4	10 分の 1
⑨	4	20 分の 1

問 3　二人は，別の区画で，早春の第 3 層と初夏の第 5 層(ともに最上層)から優占種 P の全ての葉を採取し，葉の乾燥重量と面積，および光合成速度を調べ，表 1 を作成した。光合成速度については，最上層の平均的な光量の下で，葉 1 cm^2 あたり 1 時間あたりの二酸化炭素の吸収量を測定した。次に，表 1 に基づいて，早春と初夏の最上層の葉が 1 時間に吸収する二酸化炭素量を計算した。二人が行った計算に関する下の文章中の［ ウ ］・［ エ ］に入る，数値と語句との組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 11 ］

表　1

	早春の葉(第 3 層)	初夏の葉(第 5 層)
区画内の葉の乾燥重量(g)	2.0	5.0
葉 1 g あたりの面積(cm^2)	250	360
最上層の平均的な光量下での 1 時間あたりの CO_2 吸収量(mg/cm^2)	0.175	0.070

注：CO_2 吸収速度の測定は，全て 20 ℃ の環境で行われたものとする。

まず，早春の第 3 層の葉の合計面積を求め，次に，この値を用いて 1 時間に吸収する二酸化炭素量を求めたところ，［ ウ ］mg となった。初夏の第 5 層の葉についても同様の計算を行ったところ，早春と比べて林床が暗くなった初夏のほうが，1 時間に吸収する二酸化炭素量は［ エ ］。

	ウ	エ
①	0.29	少なかった
②	0.29	多かった
③	21.9	少なかった
④	21.9	多かった
⑤	87.5	少なかった
⑥	87.5	多かった

生　物

第 4 問　次の文章を読み，下の問い(**問 1 ～ 3**)に答えよ。(配点　13)

動物は，経験に基づいて行動を変化させることがあり，これを(a)学習という。多くの鳥類の雄は，繁殖期までに種に固有の音声構造をもつ歌(以下，自種の歌)をさえずるようになる。一部の鳥類では，若鳥が孵化(ふか)後の一定期間(以下，X 期)に主に父鳥の歌を聴いて記憶し，後の成長過程の一定期間(以下，Y 期)に，記憶した歌と自らがさえずる歌を比較しながら練習を繰り返すことで，自種の歌が固定する。

自種の歌の獲得における学習の役割に関して，A 種と B 種の雄の若鳥をそれぞれ用いて，X 期に聴かせる自種の歌の有無，Y 期における若鳥の聴覚の有無を様々に組み合わせた，表 1 のような古典的な**実験 1 ～ 4** がある。実験の結果，成鳥は，自種の歌の特徴が壊れた歌(以下，不完全な歌)または自種の歌をさえずることが分かった。

表　1

	X 期	Y 期	成鳥において固定した歌(実験結果)	
	聴かせる歌	若鳥の聴覚	A 種	B 種
実験 1	な　し	な　し	自種の歌	不完全な歌
実験 2	な　し	あ　り	自種の歌	不完全な歌
実験 3	自種の歌	な　し	自種の歌	不完全な歌
実験 4	自種の歌	あ　り	自種の歌	自種の歌

問 1　下線部(a)について，次の記述ⓐ～ⓒのうち，学習に関するものを過不足なく含むものを，下の①～⑦のうちから一つ選べ。 12

ⓐ　アヒルのヒナは，孵化直後に見た動くものの後をついて歩くようになる。

ⓑ　繁殖期のイトヨの雄は，婚姻色を呈したほかの雄だけでなく，同様の色をつけた模型に対しても攻撃するようになる。

ⓒ　アメフラシは，水管を刺激されるとえらを引っ込めるが，刺激し続けるとえらを引っ込めなくなる。

① ⓐ　② ⓑ　③ ⓒ　④ ⓐ，ⓑ
⑤ ⓐ，ⓒ　⑥ ⓑ，ⓒ　⑦ ⓐ，ⓑ，ⓒ

問 2　A 種と B 種について，自種の歌をさえずることができるようになるための条件(ⓓ～ⓖ)と，学習の関与の有無(Ⅰ，Ⅱ)との組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

A 種 13 ・B 種 14

ⓓ　成長の過程で自種の歌を聴く必要はない。

ⓔ　X 期に自種の歌を聴く必要はないが，Y 期に聴覚が必要である。

ⓕ　X 期に自種の歌を聴く必要があるが，Y 期に聴覚は必要ない。

ⓖ　X 期に自種の歌を聴く必要があり，Y 期に聴覚が必要である。

Ⅰ　学習が関与している。

Ⅱ　学習は関与していない。

① ⓓ，Ⅰ　② ⓓ，Ⅱ　③ ⓔ，Ⅰ　④ ⓔ，Ⅱ
⑤ ⓕ，Ⅰ　⑥ ⓕ，Ⅱ　⑦ ⓖ，Ⅰ　⑧ ⓖ，Ⅱ

問 3　野外では，自種と近縁種の歌の特徴が混ざった歌(以下，混ざった歌)をさえずる雄が見つかることは，めったにない。その理由についての考察に関する次の文章中の［ ア ］～［ ウ ］に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。［ 15 ］

雄の姿や歌が似ている近縁種どうしの巣が互いに近接すると，若鳥が近縁種の雄の歌を聴き，姿を見る機会が生じるため，互いに近縁種の歌を学習する可能性がある。種に固有の歌は，なわばり防衛のアピールや自種の雌に対する求愛であるため，混ざった歌をさえずる雄は，繁殖に［ ア ］しやすい。そのため，近縁種の歌を学習するような状況では，両種の個体群の成長は［ イ ］。これは，繁殖干渉と呼ばれる繁殖の機会をめぐる種間の競争である。繁殖干渉は競争的排除(競争排除)をもたらすことがあり，近縁種どうしが共存し［ ウ ］なるので，近縁種の歌の学習はめったにないと考えられる。

	ア	イ	ウ
①	成　功	促進される	やすく
②	成　功	促進される	にくく
③	成　功	妨げられる	やすく
④	成　功	妨げられる	にくく
⑤	失　敗	促進される	やすく
⑥	失　敗	促進される	にくく
⑦	失　敗	妨げられる	やすく
⑧	失　敗	妨げられる	にくく

生　物

第 5 問　次の文章（**A**・**B**）を読み，下の問い（**問 1** ～ **7**）に答えよ。（配点　27）

A　(a)被子植物の地上部は，茎，葉，および花などからなり，これらの構造は(b)茎頂分裂組織から形成される。(c)茎頂分裂組織からつくられたばかりの葉は，かたちが単純で，丸いこぶ状であるが，成長が進むにつれて扁平（へんぺい）になる。葉には表裏の違いがあり，表面の色合いや光沢，構成する細胞の種類などが異なる。

問 1　下線部(a)に関連して，被子植物の発生と生殖に関する記述として**誤っているもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 16

① 受精直後の胚乳核に含まれるゲノム DNA の量は，受精直後の受精卵の核に含まれるゲノム DNA の量と同じである。

② フロリゲンは，花芽の分化に関係する遺伝子の発現を誘導する。

③ 花の 4 種類の構造(がく片，花弁，おしべ，めしべ)の形成には，A，B，および C の三つのクラスの遺伝子が必要である。

④ 花粉母細胞は減数分裂により，4 個の細胞からなる花粉四分子となる。

問 2　下線部(b)に関連して，茎頂分裂組織から葉が形成される様子を調べるため，**実験 1** ・**実験 2** を行った。

実験 1　ジャガイモの塊茎から芽をくりぬき，その芽をカミソリで縦に二つに分割した。切断面を顕微鏡で観察し，図 1 の模式図を描いた。

実験 2　別の芽を取り出し，茎頂を真上から観察したところ，図 2 のように茎頂分裂組織(M)と，そこから生じたばかりの二つの葉(P1 と P2)が見えた。P2 は，P1 より扁平で大きかった。このまま茎頂を培養すると，P1 も P2 も扁平な葉へと成長した。さらに，I の位置から新たな葉が生じ，やはり成長して扁平になった。いずれの葉も，表側が M の方を向いていた。

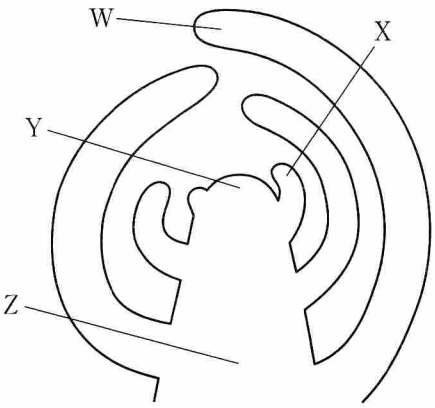


図　1

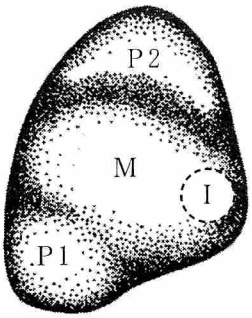


図　2

図 1 において茎頂分裂組織の位置を示す記号と，図 2 において先に形成が始まった葉の位置を示す記号との組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 17

① W，P1　② W，P2　③ X，P1　④ X，P2
⑤ Y，P1　⑥ Y，P2　⑦ Z，P1　⑧ Z，P2

問 3　下線部(c)に関連して，茎頂分裂組織から葉がつくられる仕組みを調べるため，**実験 3** を行った。

実験 3　図 3 のようにカミソリで茎頂に切れ込みを入れることで，I と M との連絡を遮断したところ，I から棒状のかたちをした，表裏がはっきりしない異常な葉が形成された。また，図 4 のように P1，P2 と，I との連絡を遮断したところ，I から扁平な葉が形成され，その表側は M の方を向いていた。さらに，図 5 のように M を二つの小領域(M 1 と M 2)に分割すると，それぞれの小領域が独立した茎頂分裂組織となった。I からは表側が M 2 の方を向いた扁平な葉が形成された。

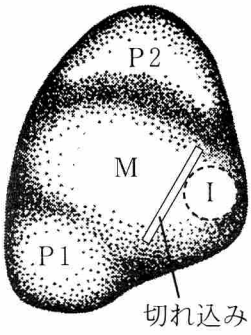


図　3

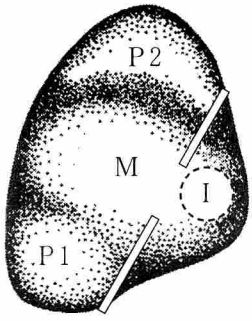


図　4

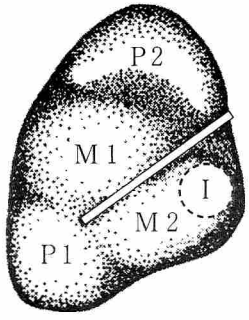


図　5

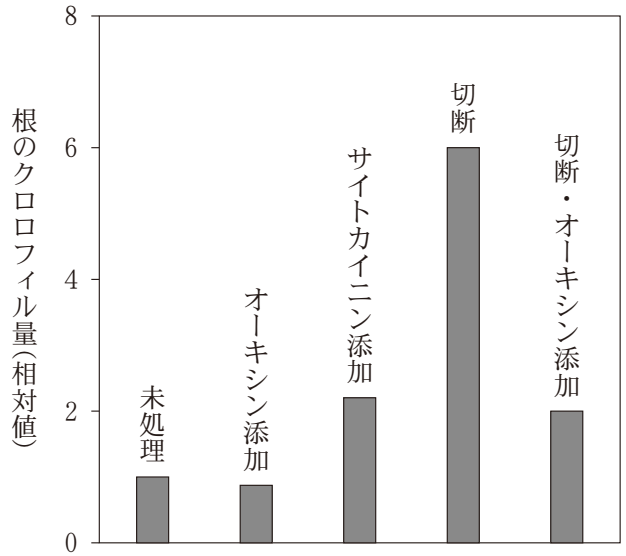
次の記述ⓐ～ⓒのうち，**実験 3** の結果から導かれる考察を過不足なく含むものを，下の①～⑦のうちから一つ選べ。 18

ⓐ　茎頂分裂組織には，葉を扁平にする作用がある。
ⓑ　生じたばかりの葉には，次に生じる葉を扁平にする作用がある。
ⓒ　茎頂分裂組織には，葉の向きを決める作用がある。

① ⓐ　② ⓑ　③ ⓒ　④ ⓐ，ⓑ
⑤ ⓐ，ⓒ　⑥ ⓑ，ⓒ　⑦ ⓐ，ⓑ，ⓒ

生　物

B　授業で光合成について学んだヨウコさんは，植物が葉以外の部分でも光合成をするのかを知りたくなった。根は白いし，そもそも土の中に存在するので光合成をしないはずだと考えて調べてみると，樹木に付着して大気中に根を伸ばすランのなかまや，幹を支える支柱根を地上に伸ばすヒルギのなかまでは，根が緑色になって光合成をしているという記事を見つけた。さらに，その記事に紹介されていたシロイヌナズナを用いた論文では，根に光があたっても必ず緑色になるわけではなく，図 6 のように植物ホルモンのオーキシンやサイトカイニンの添加，あるいは茎から切断されることによって，根のクロロフィル量が変化することが報告されていた。



注：発芽後 2 週目の芽ばえに各処理を行い，光照射下で 7 日間育成した。

図　6

問 4　ヨウコさんは，図 6 をもとに，どのような場合に根が緑色になるのかを考えてみた。根が緑色になるかどうかを制御する仕組みに関して，図 6 の結果から導かれる考察として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 19

① オーキシンは，根の緑化を促進する作用をもつ。
② サイトカイニンは，根の緑化を促進する作用をもつ。
③ オーキシンとサイトカイニンは，どちらも根の緑化を阻害する。
④ オーキシンとサイトカイニンは，どちらも根の緑化に関係しない。
⑤ 茎や葉は，根の緑化に関係しない。

問 5　図 6 の結果を見ているときに，ヨウコさんは，植物の一部を切断してオーキシンを添加する実験が，植物の別のオーキシン応答を明らかにした実験と類似していることに気がついた。その応答として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 20

① 気孔の開閉
② 果実の成熟
③ 春　化
④ 頂芽優勢
⑤ 花芽形成

問 6　ヨウコさんは，緑色になった根が実際に光合成をするかどうか自分で確かめたいと思い，次の実験を計画した。

最初に，息を吹き込んだ試験管に根を入れて，ゴム栓でふたをしてしばらく光をあてる。次に，試験管に石灰水を入れてすぐにふたをしてよく振り，石灰水が濁らなければ，光合成をしていると結論できると考えた。しかし，この計画を友達のミドリさんに話したところ，たとえ石灰水が濁らなくても，それだけでは本当に光合成によるものかどうか分からないと指摘されたので，追加実験を計画した。このとき追加すべき実験として**適当でないもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 21

① 根を入れないで同じ実験をする。
② 光をあてないで同じ実験をする。
③ 石灰水の代わりにオーキシン溶液を入れて同じ実験をする。
④ 石灰水に息を吹き入れて石灰水が濁ることを確認する。
⑤ 根の代わりに光合成をすることが確実な葉を入れて同じ実験をする。

問 7　ヨウコさんは，樹木に取りついたランの根がなぜ緑色なのかにも興味をもち，その仕組みを調べるため，茎と葉を切除して，その後の根にみられる変化を経時的に測定する実験を計画した。このときに測定すべき項目として**適当でないもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 22

① クロロフィル量
② ひげ根の長さの総和
③ オーキシン濃度
④ サイトカイニン濃度

生　物

第 6 問　次の文章（**A**・**B**）を読み，下の問い（**問 1** ～ **5**）に答えよ。（配点　19）

A　脊椎動物の眼は，頭部の決まった位置に，左右対称に二つ形成されることが多い。しかし，(a)胚において，将来，眼ができる頭部の領域を移植すると，本来は眼をつくらない場所に眼ができる。他方，光の届かない洞窟に生息している魚類のなかには，一部の発生過程が変異して，(b)眼を形成しなくなった種もある。

問 1　下線部(a)について，この現象の仕組みとして最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 23

① 卵の中で局在する母性因子（母性効果遺伝子）の mRNA も移植された。
② 移植した部位で，誘導の連鎖が起こった。
③ 移植した部位で，ホメオティック遺伝子（ホックス遺伝子）の発現に変化が起こった。
④ 移植した部分から眼が再生された。
⑤ 形成体の移植によって二次胚が生じた。

問 2　下線部(b)に関連して，多くの魚類では，眼胞となる能力をもつ細胞からなる領域 M は，図 1 に示す位置に形成される。その後，領域 M の細胞の分化能力を抑制するタンパク質 X が脊索から神経板の正中線付近に分泌されることによって，眼胞が左右の小領域に形成され，眼が二つになる。しかし，眼を形成しなくなった種の一つでは，進化の過程でタンパク質 X の空間的な分布が変化したことが分かった。このことから考えられる，タンパク質 X の分布の変化とそのときにできる眼との関係の考察に関する下の文章中の［ア］～［ウ］に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。［24］

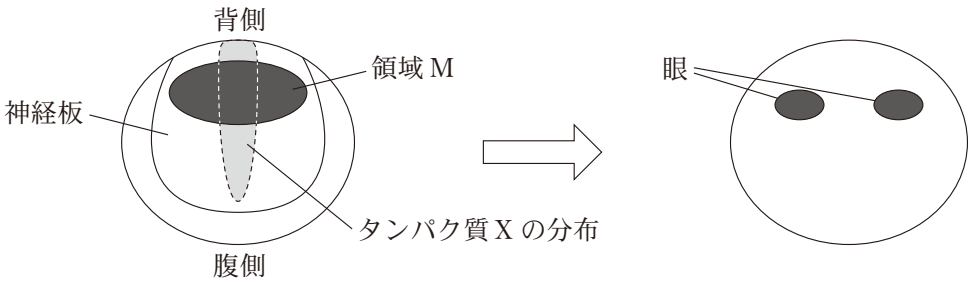


図 1　頭部正面から見た胚

眼を形成しなくなった種では，タンパク質 X が分布する範囲が［ア］したと考えられる。逆に，タンパク質 X が分布する範囲が［イ］すると，眼が［ウ］できると予想される。

	ア	イ	ウ
①	著しく拡大	ほとんど消失	中央に一つ
②	著しく拡大	ほとんど消失	左右に二つ
③	著しく拡大	ほとんど消失	前後に二つ
④	ほとんど消失	著しく拡大	中央に一つ
⑤	ほとんど消失	著しく拡大	左右に二つ
⑥	ほとんど消失	著しく拡大	前後に二つ

生　物

B　将来，眼ができる頭部の領域を全て切り取ったカエルの胚を発生させた場合，眼がないオタマジャクシ(以下，ノーアイ)になる。他方，同様にして切り取った領域を同じ胚の尾ができるところに移植して発生させた場合，頭部に眼はできず，本来は眼ができないはずの尾に眼をもつオタマジャクシ(以下，テイルアイ)になる。眼の役割を調べるため，ノーアイとテイルアイを用いて，**実験 1 ～ 3** を行った。

実験 1　正常とノーアイのオタマジャクシを，それぞれ別のペトリ皿に入れ，ペトリ皿の底面から赤色光もしくは青色光を照射した状態で遊泳速度を計測したところ，図 2 の結果が得られた。

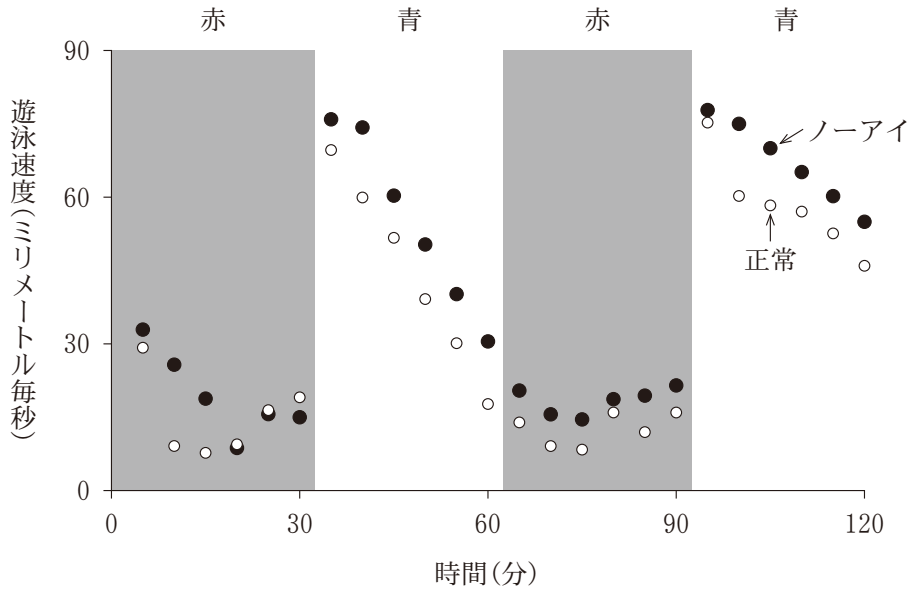


図　2

問 3　**実験 1** の結果から導かれる考察として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 25

① 正常のオタマジャクシは，ノーアイのオタマジャクシに比べて遊泳速度が速い。

② 青色光を照射した状態では，赤色光を照射した状態に比べてオタマジャクシの遊泳速度が遅くなった。

③ 赤色光が照射されている間，オタマジャクシの遊泳速度は速くなり続けた。

④ オタマジャクシが赤色光と青色光の照射状態を識別するためには，眼に光が入力することが必要ではない。

実験 2　図 3 のように底面の半分(図中，灰色の領域)に赤色光を，もう半分(図中，白の領域)に青色光を照射したペトリ皿に，オタマジャクシを入れ，どちらに滞在するか調べた。そして，赤色光を照射した領域に入ったときにオタマジャクシが嫌う電気ショックを与えた(以下，トレーニング)。トレーニングに引き続き，電気ショックを与えない状態で赤色光もしくは青色光を照射し，オタマジャクシがどちらの領域に滞在するか調べた(以下，テスト)。なお，正常のオタマジャクシの一部では，トレーニングのときに電気ショックを与えなかった。トレーニング～テストを 6 回繰り返し，テストのたびにオタマジャクシが赤色光を照射した領域に滞在した時間の割合を調べたところ，図 4 の結果が得られた。



図　3

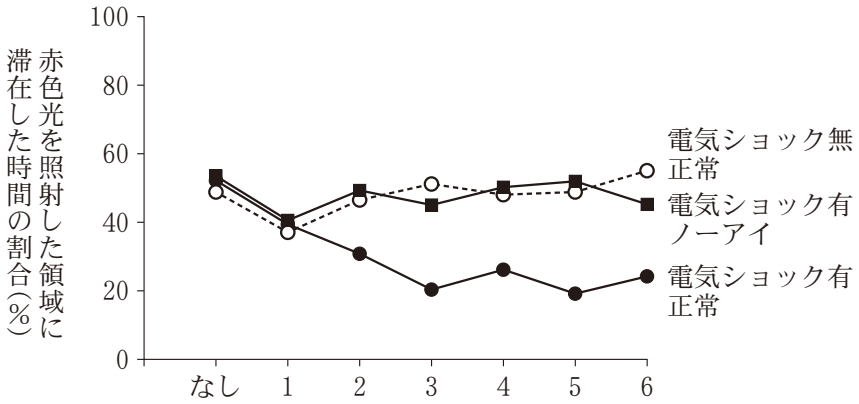


図　4

問 4　**実験 2** の結果から導かれる考察に関する次の文章中の［ エ ］・［ オ ］に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 26 ］

オタマジャクシが［ エ ］色光を照射した領域を避けることを学習するためには，［ オ ］。

	エ	オ
①	青	眼に青色光が入ることだけで十分である
②	青	眼がなくても，電気ショックが与えられることだけで十分である
③	青	眼に青色光が入ったときに電気ショックが与えられる必要がある
④	赤	眼に赤色光が入ることだけで十分である
⑤	赤	眼がなくても，電気ショックが与えられることだけで十分である
⑥	赤	眼に赤色光が入ったときに電気ショックが与えられる必要がある

実験 3　テイルアイに形成された眼として，眼から軸索が伸長しなかったもの（以下，なし），眼から胃まで軸索が伸長したもの（以下，胃方向），眼から脊髄まで軸索が伸長したもの（以下，脊髄方向）という 3 種類が観察された。これら 3 種類のテイルアイを使って**実験 2** と同様の実験を繰り返して，学習が成立したオタマジャクシの割合（学習成功率）を調べたところ，図 5 の結果が得られた。

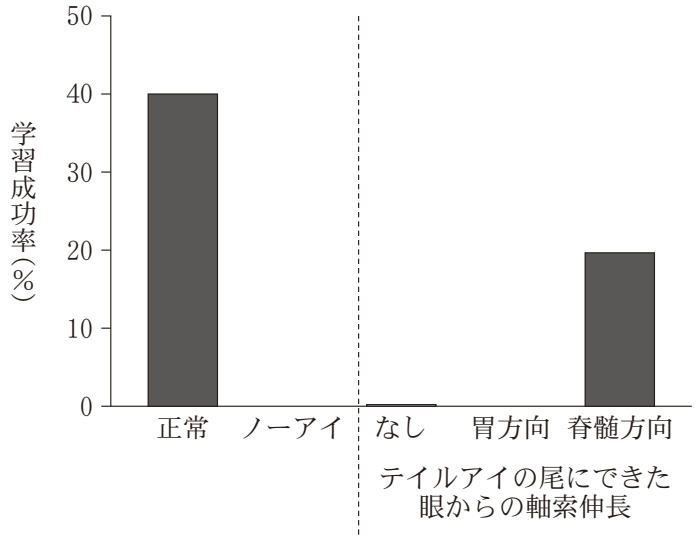


図　5

問 5　尾にできた眼について，**実験 2 ・実験 3** の結果から考えられる合理的な推論として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 27

① 尾にできた眼が受けた光の色の情報が，脊髄で反射を生じさせた。

② 尾にできた眼が受けた光の色の情報が，消化管を経由して脳に伝わった。

③ 尾にできた眼が受けた光の色の情報が，脊髄を経由して脳に伝わった。

④ 本来の眼があるオタマジャクシと，尾に眼ができたオタマジャクシで，学習成功率は同じだった。