自治医科大学

2026 年度　一般選抜　生物

（2 科目　80 分）

次の文章を読み，以下の問い（問題 1，2）に答えよ。

タロウ： 薬は口から飲むものが多いけど，皮膚に直接塗ったり，注射したりするものもあるね。

ハナコ： そうそう，毒ヘビに咬まれた時に使う血清も注射だよね。

タロウ： そうだね。その血清は，ヘビ毒素に対する抗体を含んでいるから効果があるみたい。最近もある高校生が，自宅で遭遇した毒ヘビのヤマカガシに右手を咬まれたよ。間もなく手が腫れ，咬まれた場所から出血が止まらなくなったらしいよ。

ハナコ： 血清療法の出番かな？

タロウ： うん。ヤマカガシの毒素を無力化する血清が，病院に保管されていて助かったらしいよ。

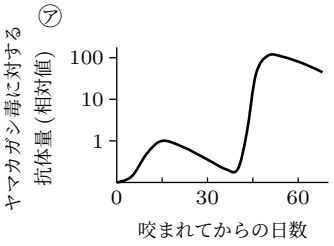
ハナコ： こういう場合は，血清療法が有効だね。毒素を完全に取り除くためには，日をおいてもう一度血清を注射したほうがいいのかなあ。

タロウ： どうだろうね。今後，地球温暖化が進めば，分布が広がって今まで生息していなかった地域でもヘビが見られるようになる可能性があるから，気をつけないといけないね。

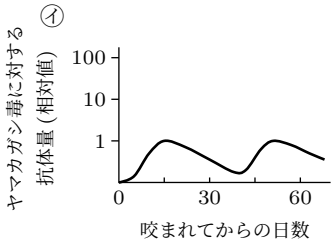
ハナコ： 実際，オーストラリア南部では温暖化により，気候が亜熱帯から熱帯へ変わり，ヘビが分布を広げていると報告されているよ。

1 下線部 (1) に関連して，ヤマカガシに咬まれた直後に血清を注射した患者に，40 日後にもう一度血清を注射したとする。このときヤマカガシ毒に対してこの患者が産生する抗体量の変化を示すグラフとして最も適当なものを選べ。

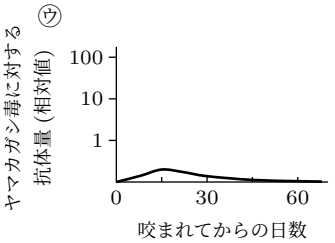
㋐



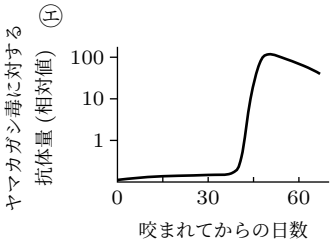
㋑



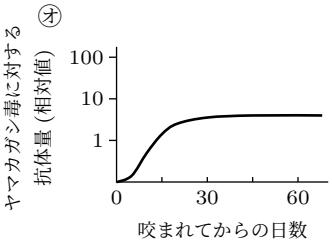
㋒



㋓



㋔



2 下線部 (2) について，年平均気温はそのままで，年降水量が減ると，どのバイオームになると考えられるか。

㋐ 夏緑樹林　　㋑ 照葉樹林　　㋒ 硬葉樹林

㋓ ステップ　　㋔ サバンナ

3　図 1 は，ヒトの体内環境の変化に応じて心臓の拍動が調節されるしくみを示している。(A)〜(C) に入る語句を選べ。

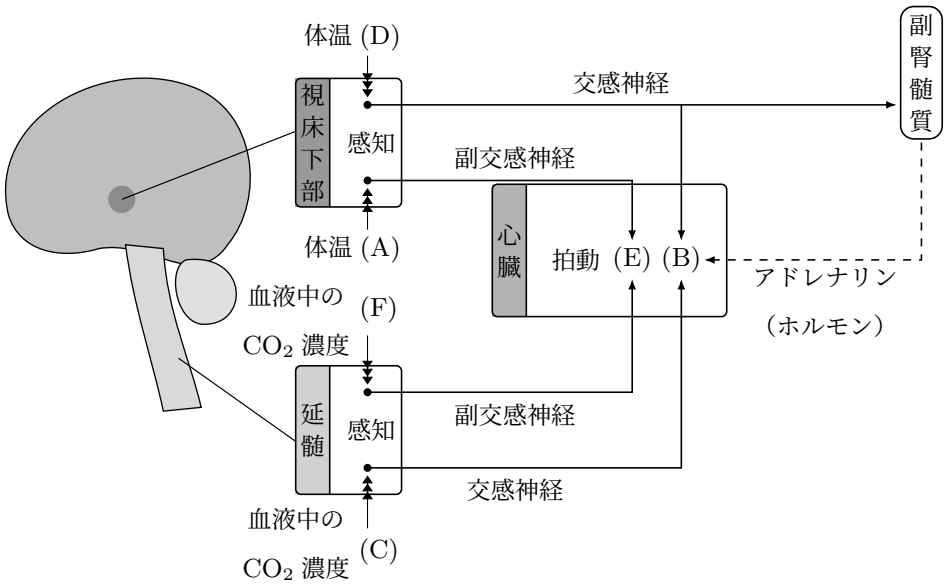


図 1　心臓の拍動の調節

	A	B	C
㋐	高	遅	低
㋑	高	速	高
㋒	高	速	低
㋓	低	遅	低
㋔	低	速	高

次の文章を読み，以下の問い（問題 4〜7）に答えよ。

有性生殖を行う個体の体細胞は，大きさと形が同じ 2 組の染色体をもつ。このような対になる染色体は相同染色体と呼ばれ，一方は母親から，もう一方は父親からそれぞれの配偶子を介して受け継がれる。有性生殖では，配偶子ができる過程で減数分裂により染色体の数が半減する。相同染色体は減数分裂のある段階で対合し(a)，互いに染色体の一部が交換される乗換えが起こる。また，乗換えが起こった部分に含まれる塩基配列が相同染色体の間で異なる場合，対をなす相同染色体で遺伝子が入れ換わり，新たな連鎖が生じる。これを遺伝子の組換え(b)という。このように，有性生殖は，配偶子が受け継ぐ遺伝情報に膨大な多様性をもたらす。

ヒトの場合，体細胞の染色体は 46 本あり，男女に共通する常染色体 44 本と，男女で異なる性染色体 2 本で構成されている(c)。性染色体には X 染色体と Y 染色体があり，女性は X 染色体を 2 本もち，男性は X 染色体と Y 染色体を 1 本ずつもっている。ヒトの遺伝病のうち，常染色体上の潜性（劣性）遺伝子が原因であるものは，顕性（優性）遺伝子の働きに隠れて形質が現れないことが多い。一方，性染色体上の潜性遺伝子の場合は事情が異なる。例えば，色覚においては，赤色と緑色の識別が困難になる赤緑色覚多様性(d)の形質が知られている。この原因となる潜性遺伝子は X 染色体上にあり，その形質は性と関連して遺伝する。

4 下線 (a) について，相同染色体が対合するのは減数分裂のどの段階か。

㋐ 第一分裂前期　　㋑ 第一分裂中期　　㋒ 第一分裂後期

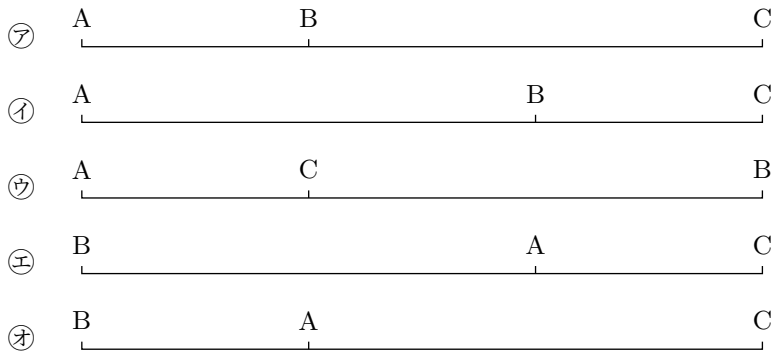
㋓ 第二分裂前期　　㋔ 第二分裂中期

5 下線 (b) について，ある生物の遺伝子 A，B，C 間の組換えについて調べるために，下記 (1)〜(3) の実験を行なった。遺伝子 A，B，C は同じ染色体上にあり，A，B，C は a，b，c に対してそれぞれ顕性である。染色体地図上の遺伝子 A，B，C の位置関係として適当なものはどれか。

(1) 遺伝子型 AABB と遺伝子型 aabb の個体を交雑して F_1 を得た。この F_1 に aabb の個体を交雑したところ，次世代の表現型の分離比は [AB]：[Ab]：[aB]：[ab] ＝ 19：1：1：19 となった。

(2) 遺伝子型 AACC と遺伝子型 aacc の個体を交雑して F_1 を得た。この F_1 に aacc の個体を交雑したところ，次世代の表現型の分離比は [AC]：[Ac]：[aC]：[ac] ＝ 17：3：3：17 となった。

(3) 遺伝子型 BBCC と遺伝子型 bbcc の個体を交雑して得られた F_1 を自家受精したところ，次世代の表現型の分離比は [BC]：[Bc]：[bC]：[bc] ＝ 66：9：9：16 となった。



6 下線 (c) について，減数分裂時に常染色体にのみそれぞれ特定の部位で 1 回だけ乗換えが起こると，生じる配偶子の染色体の組み合せは何通りか。

㋐ 2^{22}　　㋑ 2^{23}　　㋒ 2^{24}　　㋓ 2^{44}　　㋔ 2^{45}

7 下線 (d) の色の識別に関する遺伝子について，一般色覚のものを顕性遺伝子 A，赤緑色覚多様性を示すものを潜性遺伝子 a とする。夫婦の赤緑色覚多様性についてすべての組み合わせを考慮した場合，赤緑色覚多様性を示す男児と女児の比（男児：女児）はどのようになるか。

㋐ 3：1　　㋑ 3：2　　㋒ 1：3　　㋓ 1：2　　㋔ 2：1

8 19 世紀後半，植物に光を当てると，葉緑体の中にデンプンが作られることがわかって以降，様々な科学者によって，光合成のしくみが探究されてきた。

1930 年代，ケンブリッジ大学の Robert Hill は，光合成の酸素発生について研究した。彼は，植物の葉をすり潰した懸濁液をガラス容器に入れ，空気を抜いた後に密封し，光を当てる実験を行った。懸濁液単独の場合は，反応が起こらなかったが，懸濁液に（　①　）を加えると酸素の発生が観察された。このことは，酸素発生反応が炭酸固定反応とは独立した反応であることを意味する。その後，1941 年に Samuel Ruben によって，Hill の反応で発生した酸素が，水分子に由来することが示された。

1966 年，コーネル大学の植物学者 André Jagendorf は，葉緑体から取り出したチラコイドを pH 4 の酸性溶液の中に懸濁し，しばらく放置した後，塩基を加えて pH 8 として，チラコイド内外に pH の差を作った。すると光を当てなくても，チラコイドの（　②　）側に ATP が産生された。この実験結果は，膜を隔てた（　③　）の濃度差が ATP の生成に関与していたことを示す。

①から③に入る適切な語の組み合わせはどれか。

	①	②	③
㋐	酸化剤	内	e^-
㋑	酸化剤	外	H^+
㋒	酸化剤	内	OH^-
㋓	還元剤	外	H^+
㋔	還元剤	内	e^-

9 酵母は，アルコール発酵と呼吸によって ATP を合成している。基質としてグルコースのみを含む溶液中で酵母を培養したところ，2.24 mL の酸素が消費され，3.36 mL の二酸化炭素が生じた。このとき消費されたグルコースは何 mg か。気体 1 mol の体積は 22.4 L，グルコースの分子量を 180 とし，温度による変化は考慮しなくてよい。

㋐ 7.50　　㋑ 15.0　　㋒ 30.0

㋓ 60.0　　㋔ 120

10 図 1 は，細胞が外部より物質を取り込み，細胞内で分解する様子を模式化したものである。①で起こる酵素反応を示すものはどれか。

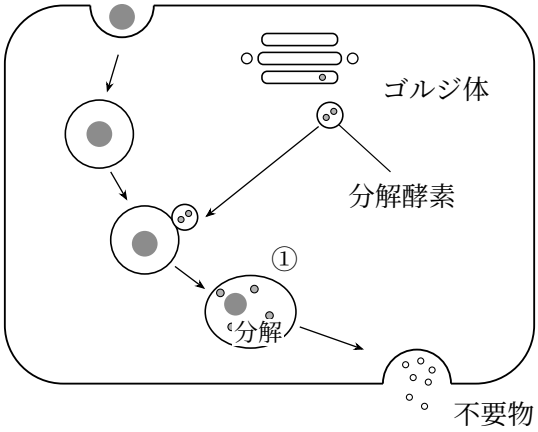


図 1　細胞外から取り込んだ物質の分解

㋐ Ⓐ$\boxed{\text{B}}$ + H_2O ⟶ Ⓐ-H + $\boxed{\text{B}}$-OH

㋑ Ⓐ-H + $\boxed{\text{B}}$ ⟶ Ⓐ + $\boxed{\text{B}}$-H

㋒ Ⓐ-R + $\boxed{\text{B}}$ ⟶ Ⓐ + $\boxed{\text{B}}$-R

㋓ Ⓐ$\boxed{\text{B}}$ ⟶ Ⓐ + $\boxed{\text{B}}$

㋔ Ⓐ + $\boxed{\text{B}}$ + ATP ⟶ Ⓐ$\boxed{\text{B}}$ + ADP + リン酸

11 アドレナリンは，肝臓の細胞に作用して，細胞質のグリコーゲンホスホリラーゼ (GP) を活性化させる。1957 年に米国の Sutherland は，肝臓の細胞に存在するアドレナリン受容体について，以下の実験を行った。

【実験操作と結果】

(1)　取り出した肝臓の組織を試験管の中で破砕したのち，破砕液を細胞膜分画と細胞質基質分画に分別した。

→　結果　このとき細胞質基質分画に含まれる GP は不活性状態であった。

(2)　細胞膜分画にアドレナリンを加え，一定時間おいた。

(3)　(2) の細胞膜分画から，細胞膜が含まれないように水層を取り出し，取り出した水層を細胞質基質分画に加えた。その後，細胞質基質分画の GP の活性を測定した。

→　結果　上記の一連の操作によって，細胞質基質分画中の GP が活性化していた。

この実験より，アドレナリン受容体についてどのような結論が導かれるか。

㋐ 細胞質に存在する。

㋑ 細胞が生きているときのみ働くことができる。

㋒ アドレナリンが結合すると特定のイオンを透過させる。

㋓ アドレナリンが結合すると GP を活性化させる水溶性物質を生成する。

㋔ 細胞破砕液中では，アドレナリンの有無に関わらず GP を活性化する。

次の文章【Ⅰ】と【Ⅱ】を読み，以下の問い（問題 12〜15）に答えよ。

【Ⅰ】 大腸菌の体積は約 $1\,\mu m^3$，重さは約 $1.0 \times 10^{-12}\,g$ である。この小さな細胞には 470 万塩基対からなる環状のゲノムが含まれる。大腸菌における DNA 複製は以下のような過程で進行する。

(1) 複製起点では，DNA の二重らせんがほどけて 1 本鎖となる。それぞれの鋳型鎖には，相補的な RNA からなる約 10 ヌクレオチドのプライマーが合成される。

(2) DNA ポリメラーゼはプライマーの 3′ 末端にヌクレオチドを付加し，新しい DNA 鎖を伸長していく。このとき，ヌクレオチドに含まれる 2 つの高エネルギーリン酸結合が切断され，その際に放出されるエネルギーによって付加反応が進行する。

(3) 新生鎖のうち，一方は複製フォークの進行方向に沿って連続的に合成される。他方は短い DNA 断片として不連続に合成され，後に連結されて 1 本の連続した鎖となる。

それでは，ゲノムを 1 回複製するためのエネルギーをすべてグルコースから得る場合，必要なグルコースの量が大腸菌の細胞重量の何 % に当たるかを計算してみよう。

大腸菌のゲノム DNA を構成するヌクレオチド数は（　①　）個である。したがって，それぞれの鎖に相補的なヌクレオチドを連結し，DNA を複製するには（　②　）個の高エネルギーリン酸結合が必要となる。

次に，この結合を得るために必要なグルコース量について考える。大腸菌は細胞膜に埋め込まれた酵素群により酸化的リン酸化を行い，グルコース 1 分子の酸化によって約 30 個の高エネルギーリン酸結合を得ることができる。グルコースの分子量は 180（6.0×10^{23} 分子あたり 180 g）であるとすると，（　②　）個の高エネルギーリン酸結合を得るために必要なグルコースの分子数は約（　③　）個となり，これは大腸菌の細胞重量のおよそ（　④　）に相当する。

12 ②に当てはまるものはどれか。

㋐ 2.4×10^6　　㋑ 4.7×10^6　　㋒ 9.4×10^6

㋓ 1.9×10^7　　㋔ 3.8×10^7

13 ④に当てはまるものはどれか。

㋐ 0.0019％　　㋑ 0.0038％　　㋒ 0.0095％

㋓ 0.019％　　㋔ 0.038％

【Ⅱ】　【Ⅰ】の (3) について不連続な新生鎖の合成を示した実験が【実験 1】である。その結果を図 1 に示す。

【実験 1】大腸菌を 20 ℃で培養⑤し，チミジンを放射性同位元素 ^{3}H で標識したヌクレオシド（^{3}H-チミジン）を培地に添加した。5〜600 秒間培養を続けたのち，ただちに細胞を集め，DNA を抽出した。DNA を 1 本鎖に解離した後，密度勾配遠心法を用いて DNA 断片をサイズに応じて分離した（長い DNA 断片ほど移動距離が大きくなる）。遠心分離後，移動距離ごとに DNA 断片を回収，各分画の放射線の量を測定することで，サイズごとの相対的な DNA 量を求めた。図 1 の縦軸は各サンプルの放射線の量（相対値），横軸は遠心管の上端からの移動距離（相対値）である。^{3}H-チミジンを添加して 5〜30 秒後に観察される移動距離約 0.5 の DNA 断片は，長さ 1,000〜2,000 塩基に相当する。

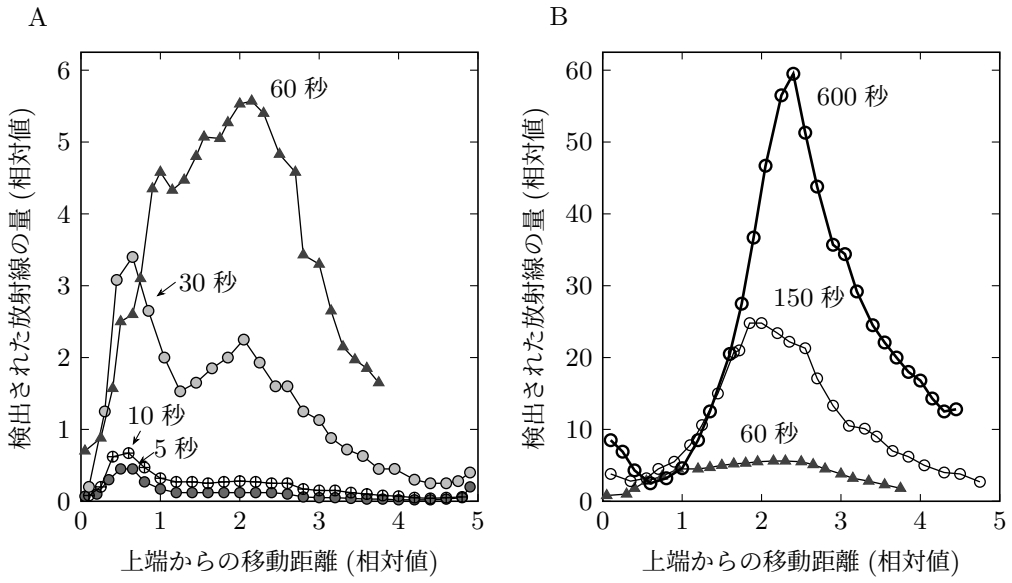


図 1　DNA のサイズごとの放射線の量。A：5〜60 秒，B：60〜600 秒

14 下線部⑤の理由として最も適当なものはどれか。

㋐ ^{3}H-チミジンの分解を防ぐため

㋑ DNA 複製の速度を遅くするため

㋒ DNA ヘリカーゼを活性化するため

㋓ 大腸菌の細胞周期を同調させるため

㋔ 複製された DNA の分解を進めるため

15 【実験 1】に関する記述として正しいものはいくつあるか。

A　グラフに山が現れるのは細胞周期が同調しているためである。

B　リーディング鎖の合成は，ラギング鎖の合成よりも遅れて開始される。

C　^{3}H-チミジン添加 30 秒後に観察される DNA 断片のうち，移動距離が約 0.5 と約 2 の DNA 断片のモル比は 3：2 である。

D　移動距離が約 0.5 の DNA 断片は，合成に 30 秒かかる。

E　DNA リガーゼは，^{3}H-チミジン添加後 30〜60 秒の間に最も高い活性を示す。

F　^{3}H-チミジンの代わりに ^{3}H-ウラシルを添加した場合でも，ほぼ同様のデータが得られる。

㋐ 0　　㋑ 1　　㋒ 2　　㋓ 3　　㋔ 4

16 （　A　）～（　C　）に入る語句の組み合わせとして最も適切なものはどれか。

両生類では，受精卵は卵割を繰り返し，原腸胚期になると外胚葉，中胚葉，内胚葉が区別されるようになる。内胚葉は将来（　A　）の一部になる。神経胚期の（　B　）には神経板が現れる。さらに発生が進むと脳由来の細胞集団が形成体となり（　C　）から水晶体を誘導する。

	A	B	C
㋐	生殖器官	初期	眼胞
㋑	骨格筋	後期	表皮
㋒	腎臓	初期	眼胞
㋓	消化管	後期	眼胞
㋔	肝臓	初期	表皮

17 正しいものはいくつあるか。

① 高温にさらされた皮膚の細胞は数秒以内に死滅する。このときの細胞死はアポトーシスによって起こる。

② ヒトの個体発生では，指が形成される際に，指と指の間の細胞が死んで失われる。この現象はアポトーシスによって起こる。

③ 細胞は不要になった細胞小器官をリソソームで分解し，生じたアミノ酸を再利用する。このしくみをオートファジーという。

④ 線維芽細胞に特定の遺伝子を導入することで，未分化状態の細胞を人工的に作製できる。こうして作られたのが ES 細胞である。

⑤ 卵割時の細胞周期は，通常の体細胞分裂より長い。

㋐ 1　　㋑ 2　　㋒ 3　　㋓ 4　　㋔ 5

18 ある遺伝子 G の機能を調べるために以下の実験・解析を行った。

【1】遺伝子 G が働かないマウスを作製したところ，骨量が増加した。

【2】遺伝子 G の産物が結合する DNA 配列を調べたところ，遺伝子 H の転写調節領域に結合する可能性が高いことが分かった。

【3】遺伝子 H についてデータベースで調べたところ，遺伝子 H が無くなると骨が形成されないことが分かった。

遺伝子 G の産物が遺伝子 H の発現量を低下させ，骨量を減少させていると仮説を立てた。この仮説に矛盾する実験結果を選べ。

① 遺伝子 G を過剰に発現させると骨量が減少した。

② 遺伝子 G の産物が遺伝子 H の転写調節領域に結合できないようにすると，骨量が減少した。

③ 遺伝子 G と遺伝子 H は同じ中胚葉由来の細胞に発現していた。

④ 遺伝子 G と遺伝子 H を共に発現しないようにすると骨が過剰に形成された。

⑤ 遺伝子 G の発現量をマウスの骨細胞で調べたところ，幼少期には少なく，成熟してからは多くなっていた。

㋐ ④と⑤　　㋑ ①と③　　㋒ ①と②　　㋓ ③と⑤　　㋔ ②と④

次の文章を読み，以下の問い（問題 19〜22）に答えよ。

オーキシンが茎の表皮組織と，より内側の組織とのどちらに強く作用するかを調べるために実験を行った。8 日間生育させたエンドウの茎の一部を切り出し，シャーレ内の水，またはオーキシン溶液に浮かべて成長を観察した。オーキシンの濃度は伸長を促進する濃度に調整した。茎から表皮組織を除去したものも作製し，同様の観察を行った。その結果，それぞれの茎は伸長し，実験開始から 20 時間後には①オーキシン溶液に浮かべた茎は 9 mm，②水に浮かべた茎は 1 mm，③表皮を除去してオーキシン溶液に浮かべた茎は 4 mm，④表皮を除去して水に浮かべた茎は 2 mm 伸長していた。

19 切り出したエンドウの茎に，図 1 の破線のように切り込みを入れた。この茎を Y 字型に開き，表皮組織は除去せずにオーキシン溶液に浮かべ，20 時間後に観察した。問題文の実験結果を踏まえると茎はどのように伸長すると考えられるか。

図中の矢印 A〜C は茎が伸長する可能性のある方向を示している。なお，同様に Y 字型に開いた茎を水に浮かべた場合，茎は C の方向に伸長した。この実験は弱光下で行うため光の影響は無視できる。また，茎はオーキシン溶液に浮かべているので，溶液と接する部分から茎全体にオーキシンが浸透する。そのため，重力によって茎の中に生じるオーキシン濃度の差は無視できるものとする。

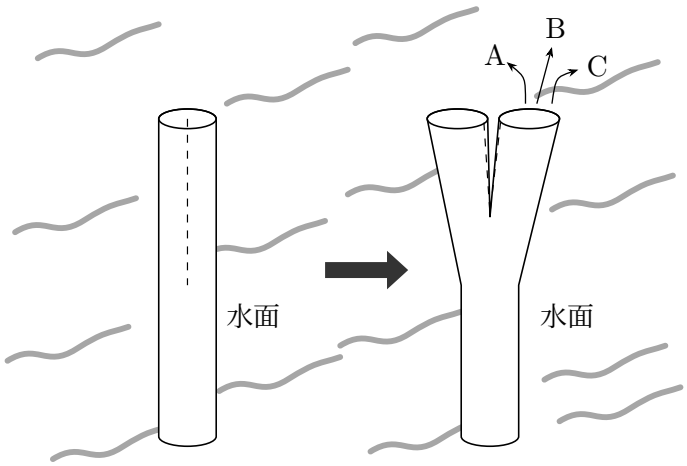


図 1　シャーレ内のエンドウの茎を上からみた図

㋐ 矢印 A の方向に屈曲しながら伸長する。

㋑ 矢印 C の方向に屈曲しながら伸長する。

㋒ 屈曲せず矢印 B の方向にまっすぐ伸長する。

㋓ 長さは変わらないが太くなる。

㋔ どの方向に伸長するかは偶然によって決まる。

20 オーキシンが表皮組織と内側の組織のどちらに強く作用するかをより厳密に調べるためには，問 19 の実験の他にどのような実験を追加するべきか。

なお，光は問 19 の実験と同じく弱光下で行い，実験開始から 20 時間後に茎の長さを比較することとする。

㋐ 表皮組織のみをオーキシン溶液に浮かべ，問題文中①の茎と比較する。

㋑ 表皮組織のみを水に浮かべ，問題文中①の茎と比較する。

㋒ 表皮組織のみをオーキシン溶液に浮かべ，問題文中③の茎と比較する。

㋓ 表皮組織のみをオーキシン溶液に浮かべ，表皮組織のみを水に浮かべたものと比較する。

㋔ 表皮組織のみを水に浮かべ，問題文中③の茎と比較する。

21 根の重力屈性に関して，オーキシンの極性移動に関わるアミロプラストが重要な役割を果たしている。根におけるアミロプラストの説明で正しいものはどれか。

㋐ アミロプラスト自身がオーキシンを引き寄せる働きをもつ。

㋑ アミロプラストが移動した側で根の成長が促進される。

㋒ アミロプラストがオーキシン輸送タンパク質の発現を促進する。

㋓ アミロプラストが分布する側の細胞膜にオーキシン排出輸送体が分布する。

㋔ アミロプラストはオーキシン取りこみ輸送体の分布を重力方向へと変化させる。

22 オーキシンの極性移動にはオーキシン排出輸送体，オーキシン取りこみ輸送体が関わる。オーキシン取りこみ輸送体はエネルギーを消費し，濃度勾配に逆らってオーキシンを細胞内に取りこむ。オーキシン排出輸送体は濃度勾配に従ってオーキシンを排出する。同じ輸送方式を用いるものの組み合わせはどれか。

㋐ オーキシン取りこみ輸送 — アクアポリンによる水の輸送

㋑ オーキシン取りこみ輸送 — 動物細胞のナトリウムポンプによるイオンの輸送

㋒ オーキシン取りこみ輸送 — 電位依存性ナトリウムチャネルによる Na^+ の輸送

㋓ オーキシン排出輸送 — 小腸上皮細胞におけるグルコースと Na^+ の共輸送

㋔ オーキシン排出輸送 — 筋収縮後の筋小胞体への Ca^{2+} の取りこみ輸送

23 表 1 はアメリカシロヒトリ（昆虫）の生命表，図 1 は生存曲線である。表 1 と図 1 について正しいものはどれか。

表 1　アメリカシロヒトリの生命表

発育段階	初めの生存数	期間内の死亡数
卵	4287	134
ふ化	4153	746
幼齢幼虫（1 － 3 齢）	3407	1993
成熟幼虫（4 － 7 齢）	1414	1402
さなぎ	12	5
羽化成虫	7	7

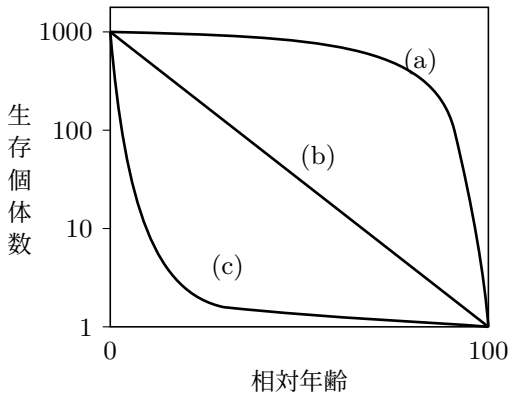


図 1　生存曲線

㋐ ふ化時の死亡率が最も低い。

㋑ 幼齢幼虫に至るまでに，50 % 以上の個体が死亡する。

㋒ 生存曲線のタイプは図 1 の (b) である。

㋓ 羽化成虫以外では成熟幼虫時の死亡率が最も高い。

㋔ 成熟幼虫は捕食されにくい。

24 生産者の総生産量を 100 とした場合，表 1 の A〜E に入る数字の組み合わせとして正しいものはどれか。

表 1　生態系におけるエネルギーの流れ

栄養段階	生産者	一次消費者	二次消費者
総生産量（同化量）	100	**A**	**C**
純生産量（生産量）	82	49	20
成長量	7	7	7
被食量	67	**B**	8
枯死または死亡量	8	5	**D**
呼吸量	18	10	**E**
不消化　排出量		8	3

	A	B	C	D	E
㋐	59	37	34	5	14
㋑	60	47	44	12	7
㋒	59	44	34	3	19
㋓	62	47	41	13	19
㋔	60	37	44	5	7

25 環境中の窒素循環に関する記述として正しいものはどれか。

㋐ 植物体内の有機物に含まれる窒素は，動物に捕食・消化されることで大気中の気体窒素（N_2）に直接変換される。

㋑ 水田などの嫌気的な土壌では，アンモニウムイオン（NH_4^+）が硝酸イオン（NO_3^-）に変換される。

㋒ 動植物の死骸や排泄物は，微生物の働きによってアンモニウムイオン（NH_4^+）などの無機窒素化合物に変換され，環境中を循環する。

㋓ 土壌中の硝酸イオン（NO_3^-）は，そのまま気体窒素（N_2）として揮発しやすく，容易に大気へ戻る。

㋔ 大気中の窒素（N_2）は酸性雨によって水に溶け出し，直接土壌中の植物に取り込まれる。