

生 物

1 ほ乳類では、間脳の一部である視床下部に体温調節の中枢があり、血液の温度を感知するセンサーがある。健康な状態では、あらかじめ設定されている温度(体温設定値)になるよう体温を常に制御しているが、感染などによって体内に発熱物質が増え、体温設定値が変化する場合がある。以上をふまえて、次の文章 A と B を読み、問 1～7 に答えなさい。(配点 20)

A 冬の朝 8 時、天気が良かったので A 君は軽いランニングをしようと外出した。上半身は T シャツであったため、寒さを感じてふるえ、手や顔の皮膚が冷たくなった。しかし、ランニングを始めると呼吸数や心拍数が上がり、体がポカポカしてふるえも止まった。30 分ほどランニングして汗をかいたので、家に戻った。

問 1 下線部①に関して、寒冷時に皮膚血管を収縮させたものを以下の(a)～(f)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-------------|-----------|--------------|
| (a) 運動神経 | (b) 感覚神経 | (c) 交感神経 |
| (d) 甲状腺ホルモン | (e) 副交感神経 | (f) 副腎皮質ホルモン |

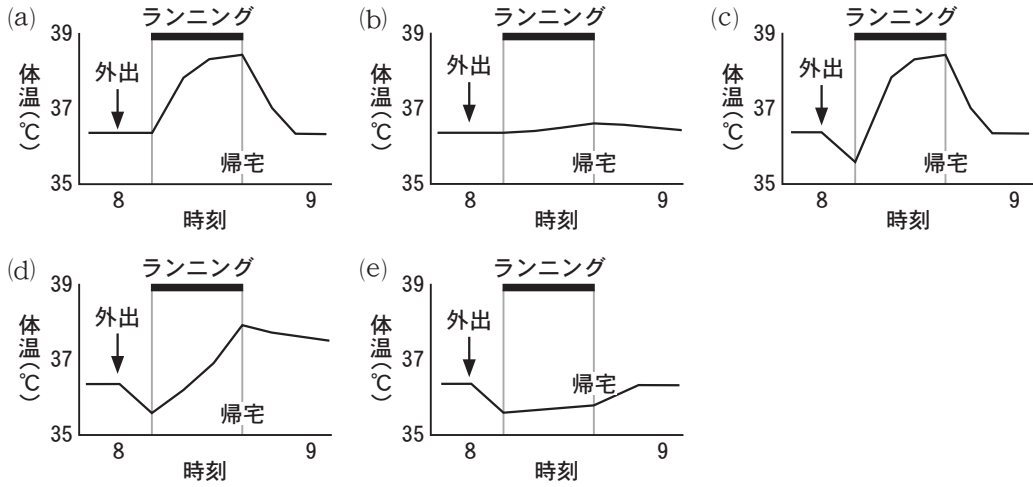
問 2 下線部②に関して、ランニング時に筋収縮を起こさせたものを以下の(a)～(f)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-------------|-----------|--------------|
| (a) 運動神経 | (b) 感覚神経 | (c) 交感神経 |
| (d) 甲状腺ホルモン | (e) 副交感神経 | (f) 副腎皮質ホルモン |

問 3 下線部③に関して、汗腺を刺激して発汗させたものを以下の(a)～(f)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-------------|-----------|--------------|
| (a) 運動神経 | (b) 感覚神経 | (c) 交感神経 |
| (d) 甲状腺ホルモン | (e) 副交感神経 | (f) 副腎皮質ホルモン |

問 4 A君の体温変化として最も適切なものを、以下の(a)~(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。体温はわきの下で測定したものとする。

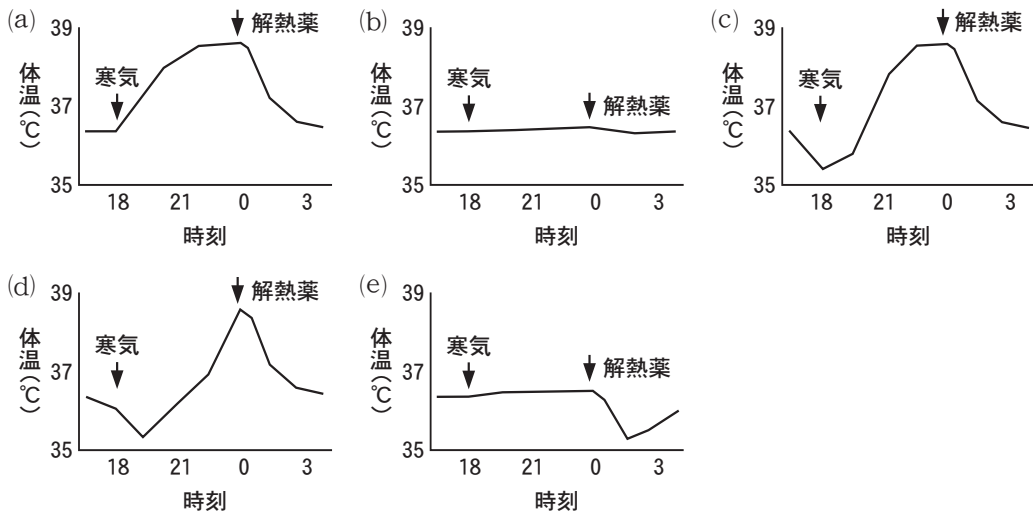


B 冬の夕方、B君は風邪を引き、18時頃から急に寒気を感じはじめた。家に着いて食事をとり、
 着替えて布団にくるまって就寝した。深夜も熱っぽい倦怠感が続き、眠れなくなったので解熱薬を
 飲むと、しばらくしてたくさん汗をかき、熱っぽい倦怠感は治まり、楽になった。

問 5 下線部④に関して、寒気を感じはじめたのはなぜか。冒頭で説明した体温設定値という語句を用いて50字以内で説明しなさい。

問 6 下線部⑤に関して、解熱薬を飲んだ後、発汗したのはなぜか。冒頭で説明した体温設定値という語句を用いて50字以内で説明しなさい。

問 7 B君の体温変化として最も適切なものを、以下の(a)~(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。体温はわきの下で測定したものとする。



2 次の文章 A と B を読んで、問 1～6 に答えなさい。(配点 20)

A 細胞は、原核細胞と真核細胞に分けられる。真核細胞は小胞体やミトコンドリアなどの生体膜で囲まれた細胞小器官を持ち、これらの細胞小器官は細胞内における様々な反応を担っている。生体膜は、主にリン脂質からなる脂質二重層構造をとり、様々なタンパク質が膜に埋め込まれたり、結合したりしている。

問 1 下線部①に関して、菌類、古細菌、細菌の 3 種類を以下のように原核生物あるいは真核生物に分類した。以下の(a)～(f)の中から正しい分類を 1 つ選び、記号で答えなさい。

	原核生物	真核生物
(a)	菌類	古細菌, 細菌
(b)	菌類, 古細菌	細菌
(c)	菌類, 細菌	古細菌
(d)	古細菌	菌類, 細菌
(e)	古細菌, 細菌	菌類
(f)	細菌	菌類, 古細菌

問 2 下線部②に関して、以下の(a)～(e)の中から正しい記述を 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 解糖系は、ミトコンドリア内部のマトリックスに存在する酵素群が構成する代謝経路である。
- (b) 解糖系で作られたピルビン酸は、アセチル CoA に変換された後、クエン酸回路に入る。
- (c) 電子伝達系の働きにより、ミトコンドリア外膜を挟んだ水素イオン(H⁺)の濃度勾配が形成される。
- (d) ATP 合成酵素により 1 分子の ADP と 3 分子のリン酸が結合し、1 分子の ATP が生成される。
- (e) 細胞内共生説とは、過去に細胞内にシアノバクテリアが共生し、ミトコンドリアになったという説である。

問 3 下線部③に関して、脂質二重層の性質のみを考え、輸送タンパク質の存在は無視した場合、脂質二重層を最も透過しやすいと考えられる分子を以下の(a)～(e)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、その理由を分子の化学的性質に着目して 40 字以内で説明しなさい。

- (a) ATP
- (b) ペプチドホルモン(インスリンなど)
- (c) グルコース(ブドウ糖)
- (d) ステロイドホルモン(糖質コルチコイドなど)
- (e) ナトリウムイオン(Na⁺)

B 真核細胞における分泌タンパク質の遺伝子発現から分泌までの過程は、以下のように進行する。

まず、RNA ポリメラーゼの働きにより、遺伝子の DNA 配列を鋳型として mRNA 前駆体への転写が起こる。mRNA 前駆体には **ア** と **イ** と呼ばれる 2 つの領域が交互に並んで混在するが、核から出る前に **イ** が取り除かれ、**ア** 同士がつながれる。この現象を **ウ** と呼ぶ。このとき、全ての **ア** をつなぎ合わせるのではなく、特定の **ア** のみが選ばれてつなぎ合わされる場合があり、これを選択的 **ウ** と呼ぶ。**ア** がつなぎ合わされた後、遺伝子の mRNA は核膜孔を通して細胞質に移動する。分泌タンパク質の翻訳は小胞体に結合した **エ** により行われ、翻訳されたタンパク質は小胞体内部に移動する。分泌タンパク質は小胞体から **オ** へと輸送され、そこで修飾され、選別されて分泌小胞に詰め込まれた後、細胞外に分泌される。

問 4 文中の **ア** ~ **オ** に適切な語句を答えなさい。

問 5 下線部④について、mRNA からタンパク質への翻訳時、3 つの塩基の組(コドン)が単位となっている。それぞれのコドンは、20 種類のアミノ酸または終止コドンのいずれかに対応しているが、この対応関係は、コドンが「3 つの塩基の組」であることにより実現されている。ここで、仮にコドンが「2 つの塩基の組」からなるとすれば、最大で何種類のアミノ酸をタンパク質合成に用いることができるか、計算式も含めて答えなさい。なお、コドンの 1 つは終止コドンであるとし、コドンに用いられる塩基の種類に変化はないとする。

問 6 下線部⑤について、このような分泌とは逆に、細胞膜を通過できない物質を細胞外から細胞内に取り込む現象をエンドサイトーシスと呼ぶ。図 1 はエンドサイトーシスの過程を模式的に表したものである。エンドサイトーシスのしくみを適切に説明できる「途中経過の図」を解答用紙に記入して、図を完成させなさい。なお、図中では脂質二重層は一重線として簡略化されており、文字による注釈は記入しなくてよい。

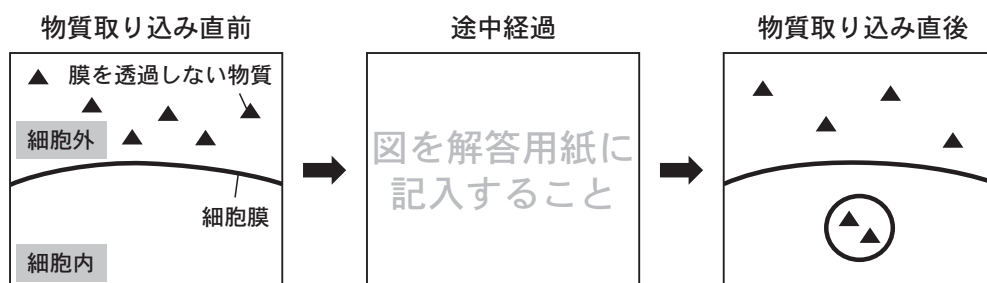


図 1

3 次の文章 A と B を読んで、問 1～6 に答えなさい。(配点 20)

A 世代を経て集団内の遺伝的形質が変化していくことを進化という。このような変化は突然変異による染色体の数やその構成、DNA の塩基配列の永久的な変化によってもたらされる。突然変異の原因となる DNA の損傷は、放射線や紫外線、ある種の化学物質によって起こるだけでなく、DNA が されるときに誤りによっても生じる。通常このような塩基配列の損傷に対しては DNA の が行われるが、 されずに元の塩基配列から変わってしまうことで突然変異が発生する。有性生殖をおこなう生物では、突然変異が の染色体や DNA に生じると の過程を経て次世代に受け継がれることとなる。

ある地域に生息する同種の生物集団が持つ遺伝子の全体を という。 に含まれる対立遺伝子の割合を遺伝子頻度と呼び、進化は集団における遺伝子頻度の変化を伴う。

問 1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 2 ある条件がそろえば、集団の遺伝的頻度は世代を超えても変化しない。

- (1) この法則を何と呼ぶか、答えなさい。
- (2) この法則が成り立つための条件を 80 字以内で説明しなさい。

B 山口県には和牛の一種である無角和種牛が飼育されている。この種は、有角の在来牛に無角のアーバディーン・アンガス種牛を交配させて品種改良がおこなわれた牛である。無角とは角がない、もしくはほんの少し角が生える程度で大きくならないことをさす。角の遺伝子には対立遺伝子である無角遺伝子 P と有角遺伝子 p があり、 P は p に対して優性である。

問 3 ある牛の集団 α がある。この集団には 4% の有角牛がいた。この集団で遺伝子型が Pp を示す牛は何%いると考えられるか答えなさい。ただし、角の形質において問 2 の法則が成り立つとし、それぞれの対立遺伝子の遺伝子頻度の和は 1 とする。

問 4 この集団 α の角を持つ劣性ホモ個体はすべて淘汰された。この集団の次世代集団 β における無角遺伝子 P 、有角遺伝子 p それぞれの遺伝子頻度を、小数第 3 位を四捨五入して答えなさい。

問 5 この次世代集団 β が 200 個体であったとき、遺伝子型が pp である個体の数を、小数第 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。

問 6 ある種のヤギにおいてもこの無角遺伝子 P と有角遺伝子 p が存在することが知られている。この種のヤギの集団 γ では、遺伝子頻度がそれぞれ $P:0.4$ 、 $p:0.6$ であったものが、数十世代後に $P:0.1$ 、 $p:0.9$ となっていた。また、この種のヤギでは角の遺伝子と同一染色体上に繁殖性を低下させる別の遺伝子変異が存在する。角の遺伝子頻度が変化した理由を、「連鎖」「自然選択」という語句を用いて 60 字以内で説明しなさい。

4 次の文章を読んで、問1～6に答えなさい。(配点20)

植生遷移(遷移)は、植生が時間とともに移り変わっていく現象であり、その進行にともない純生産量や呼吸量などの物質量が変化する(図1)。中国地方の低地が属する暖温帯での総生産量は、裸地から , 低木林, までの遷移において増加し、 で最も高くなる。混交林から陰樹林への遷移では、総生産量は低下するが、極相林では呼吸量と同程度となり大きく変化しなくなる。

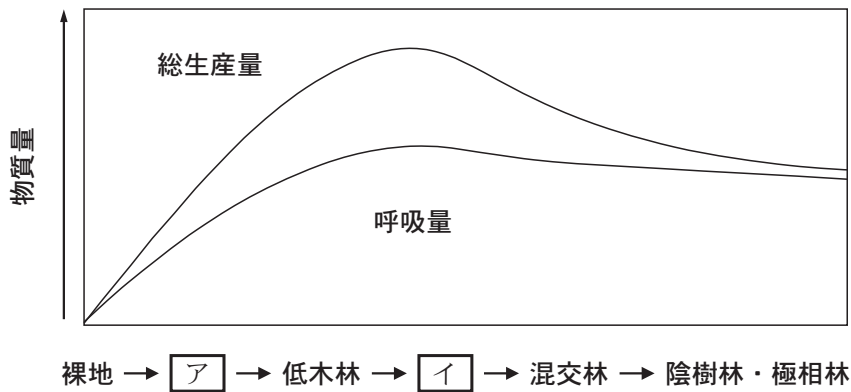


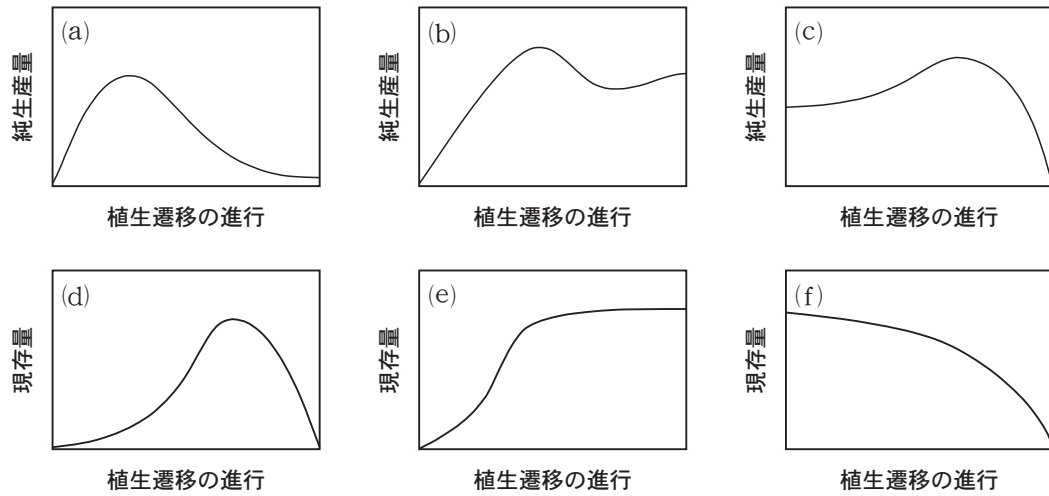
図1 植生遷移の進行による物質量の変化

問1 文中および図1の , に適切な語句を記入しなさい。

問2 暖温帯の裸地, 低木林, 陰樹林の代表的な生物を, 以下の(a)~(h)の中から最も適切なものを2つずつ選び, 記号で答えなさい。

- (a) アカメガシワ (b) ウメノキゴケ(地衣類) (c) シラカンバ (d) スダジイ
- (e) タブノキ (f) ハナゴケ(コケ植物) (g) ブナ (h) ヤシャブシ

問 3 植生遷移の進行にともなう物質の変化を正しく表しているグラフとして、純生産量を(a)～(c)、現存量を(d)～(f)の中から1つずつ選び、記号で答えなさい。



問 4 下線部①において総生産量は減少するが、呼吸量はほとんど低下していない。この原因を120字以内で説明しなさい。

問 5 表1に世界の森林・草原・荒原における生産者の物質収支を示す。森林の「現存量」は草原、荒原よりも大きいですが、森林の「現存量当たりの純生産量」は最も小さい。この理由を、「樹木」「草本植物」「同化器官」という語句を用いて160字以内で説明しなさい。

表1 世界の森林・草原・荒原における生産者の物質収支(推定値)

生態系	面積 (10^6km^2)	現存量		純生産量		現存量あたりの純生産量 (/年)
		総量 (10^{12}kg)	面積あたりの平均 (kg/m^2)	総量 ($10^{12}\text{kg}/\text{年}$)	面積あたりの平均 ($\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{年})$)	
森林	56.5	1698	30.1	74.5	1.32	0.04
草原	24.0	74	3.1	15.0	0.63	0.20
荒原	50.0	18	0.4	2.5	0.05	0.14

Whittaker & Likens, Primary Production, Human Ecology, 1973 より一部改変

問 6 バイオームの成立は、年降水量と年平均気温で決まり、気候とバイオームの関係は図2のようになる。以下の(1)~(5)が示す最も適切なバイオームを、図中の(a)~(h)の中から1つ選び記号と名称を答えなさい。

- (1) 夏に雨が少なく冬に雨が多い地域に分布する森林であり、代表的な植物としてオリーブなどがある。
- (2) 冷温帯に分布する森林であり、代表的な植物として落葉樹のミズナラなどがある。
- (3) 熱帯・亜熱帯で雨季と乾季のある地域に分布する森林であり、代表的な植物としてチークなどがある。
- (4) 温帯に分布する草原であり、イネ科の植物が優占する。
- (5) 亜寒帯に分布する森林であり、代表的な植物としてトウヒ、シラビソなどがある。

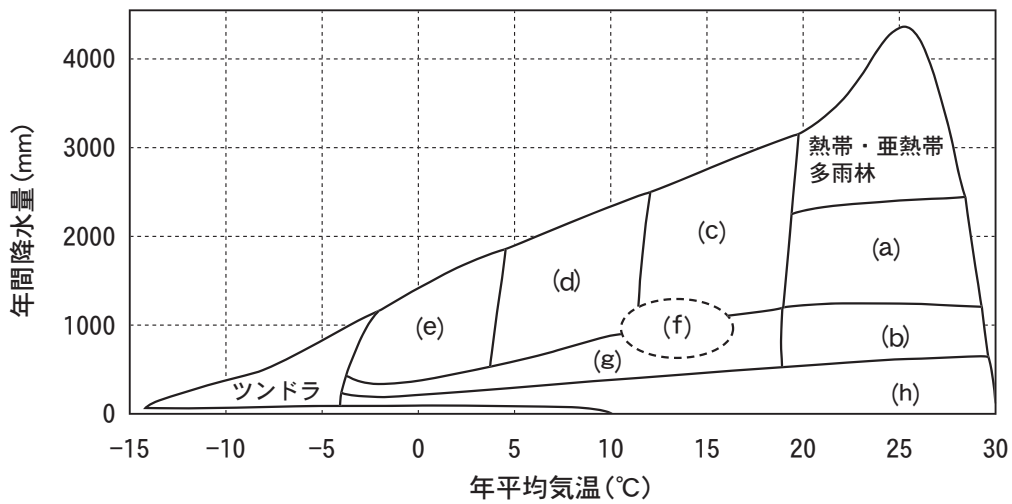


図2 世界の気候とバイオームの関係

5 次の文章 A と B を読んで、問 1 ～ 5 に答えなさい。(配点 20)

A ほとんどの植物において種子の発芽過程は、植物ホルモンやさまざまな酵素の働きによって制御されている。植物体の生育に適さない環境では、植物ホルモンである の作用が大きくなり、種子が休眠状態を維持し、植物体の生育に適した条件になると の作用が大きくなり、種子は発芽を促進する。このように、 と は拮抗的に働く植物ホルモンであり、種子の休眠と発芽を調節している。また、イネやオオムギなど穀類の種子では、発芽するときに が胚乳の外側を包んでいる糊粉層の細胞に働きかけ、 遺伝子の発現を誘導する。その結果、貯蔵デンプンが分解され、生じた糖が胚に吸収され、胚の成長が再開し発芽がはじまる。

また、種子が発芽する過程で、温度や水分、酸素以外に光を必要条件とするものがある。このような^①植物は、 種子と呼ばれる。これに対して、光によって発芽が抑制される植物は、 種子と呼ばれる。

問 1 文中の ～ に適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部①に関して、発芽に光を必要とするものを、以下の(a)～(e)の中から 2 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) カボチャ
- (b) キュウリ
- (c) シロイヌナズナ
- (d) タバコ
- (e) トマト

問 3 下線部①に関して、レタス種子の発芽に対する光の影響を調べた。レタス種子の発芽が打ち消される光照射処理を、以下の(a)～(f)の中から 2 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 遠赤色光を照射する。
- (b) 遠赤色光を照射した後に白色光を照射する。
- (c) 赤色光を照射する。
- (d) 赤色光を照射した後に遠赤色光を照射する。
- (e) 白色光を照射する。
- (f) 白色光を照射した後に赤色光を照射する。

B 植物が成長できる培地を入れた容器の中で、植物の細胞や組織を無菌的に生かし続ける手法を **カ** という。切り出した植物組織を、生育に必要な栄養分や植物ホルモンが含まれる培地で育てると、植物細胞は **キ** して、カルスと呼ばれる未分化な細胞塊を形成する。このカルス^②を、オーキシンとサイトカイニンを含む培地に移すと、根や茎葉が再生する。

また、植物の茎の先端部に位置する **ク** 組織では、多くの場合、ウイルスがほとんど存在しない。この組織を切り取って培養する成長点培養と呼ばれる方法は、ウイルスに感染していないイチゴ苗の大量増殖などで活用されている。

問 4 文中の **カ** ~ **ク** に適切な語句を答えなさい。

問 5 以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 下線部②に関して、表1のような植物ホルモン組成の組み合わせで培地をつくり、ある植物の葉片を植え込んだ。その後、カルス形成が誘導され、さらに培養すると、不定芽が形成された。表1の結果をもとに、不定芽形成率をもっとも高くできる寒天培地を0.2 L作る場合、オーキシン溶液(0.1 mg/mL)、サイトカイニン溶液(0.1 mg/mL)は、それぞれ何 mL 必要か、その量を答えなさい。

表1

オーキシン濃度(mg/L)	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
サイトカイニン濃度(mg/L)	1.0	2.5	3.0	1.0	2.5	3.0
不定芽形成率(%)	26	38	39	49	60	41

(2) 図1は上述の植物の茎における先端部を示している。図1のように、植物体の同じ先端部にある異なる位置の葉A～Cを切り出し、同じ植物ホルモン濃度組成を含む培地に植え込んだところ、表2のような不定芽形成率になった。図1と表2から、葉に分化してからの時間と葉の位置が不定芽形成率に与える影響についてわかることを60字以内で説明しなさい。

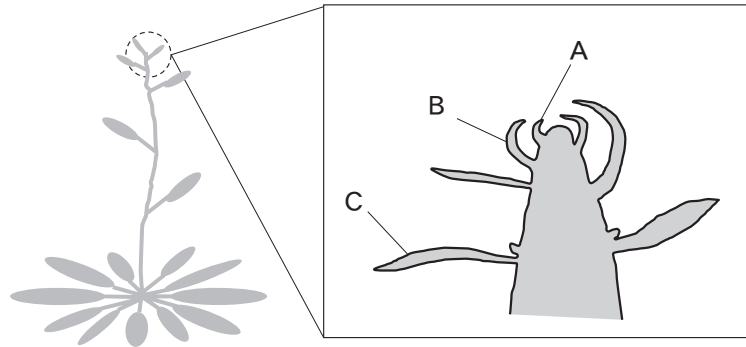


図1

表2

試料	不定芽形成率(%)
葉A	100
葉B	85
葉C	40

問題訂正

理科（生物）

訂正箇所 1

21 ページ 第3問 問2の問題文

[訂正前] ある条件がそろえば，集団の遺伝的頻度は・・・

[訂正後] ある条件がそろえば，集団の遺伝子頻度は・・・

訂正箇所 2

25 ページ 第4問 問6の図2の縦軸

[訂正前] 年間降水量 (mm)

[訂正後] 年降水量 (mm)