

生 物 I

(全 問 必 答)

第 1 問 細胞に関する次の文章を読み、下の問い(問 1～6)に答えよ。

(解答番号 ～)(配点 20)

17 世紀に、顕微鏡観察によってコルク切片に、特徴的な構造が発見され、「細胞」と名づけられた。ほぼ同時期に、肉眼では観察できないほど小さな生き物が存在することも発見された。その後、 は植物について、 は動物について、そのからだは細胞を基本単位にしていることを提唱した。細胞には、核膜で包まれた核をもつ真核細胞と、それをもたない原核細胞があり、形も大きさも様々である。真核細胞には、核だけでなく、ミトコンドリアをはじめゴルジ体、液胞、葉緑体など、様々な構造体がある。真核細胞の多くは多細胞体を構成しているが、単一の細胞として存在している真核生物もいる。

問 1 上の文章中の ・ に入る人物名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。

- | ア | イ |
|------------|----------|
| ① レーウエンフック | シュワン |
| ② フック | レーウエンフック |
| ③ シュライデン | シュワン |
| ④ フック | シュライデン |
| ⑤ シュライデン | レーウエンフック |
| ⑥ フック | シュワン |
| ⑦ シュワン | シュライデン |
| ⑧ レーウエンフック | フック |

問 2 核や染色体に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① アメーバを、核を含む部分と含まない部分に分けて培養すると、それぞれが餌^{えさ}を食べて成長し、増殖する。
- ② 真核細胞の核の内部には、DNA とタンパク質からなる染色体があり、染色体のまわりは細胞液で満たされている。
- ③ 真核細胞の核の内部には、染色体のほかに 1 ～数個の核小体がある。
- ④ 細菌やラン藻などの原核細胞には遺伝子はあるが、染色体はない。

問 3 ミトコンドリアに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 一枚の膜からなり、光学顕微鏡では内部構造を観察することはできない。
- ② 細胞活動のためのエネルギーを取り出す細胞小器官で、精子では中片にある。
- ③ 呼吸酵素を含み、デンプンをグルコース(ブドウ糖)にする。
- ④ 肝臓の細胞に多く存在し、水分の調節に関係する。

問 4 ゴルジ体に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 動物細胞にも植物細胞にも、低倍率の光学顕微鏡で内部構造が観察できる多数のゴルジ体がある。
- ② アミラーゼなどの消化酵素はゴルジ体で合成される。
- ③ すい臓の外分泌腺の腺細胞ではゴルジ体がよく発達している。
- ④ ゴルジ体は各種の物質を貯蔵する袋状の構造体である。

生物 I

問 5 下線部ウに関連する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 液胞は、糖や無機塩類などを含む液で満たされている。
- ② 細胞分裂に際して、細胞壁の形成は、核分裂の後期に開始される。
- ③ 細菌類には液胞はあるが、中心体はない。
- ④ 動物細胞には光合成を行う細胞小器官がある。
- ⑤ 孔辺細胞は表皮細胞が変化したものであり、葉緑体をもっている。
- ⑥ 白色体は、形が葉緑体に似ている細胞小器官で、光合成を行う。

問 6 下線部エの記述に当てはまる生物として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ゾウリムシ
- ② アオミドロ
- ③ ヒドラ
- ④ 大腸菌

生物 I

第 2 問 発生と生殖に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

A ウニやカエルの卵は受精後、ア 卵割という細胞分裂を繰り返して、桑実胚を経て胞胚になり、胚内部に空所ができる。やがてこの空所に向かって、細胞の陥入が始まる。胚を構成する細胞群は外胚葉、中胚葉、内胚葉の三つの胚葉に分かれる。カエルでは外胚葉から神経板ができると神経胚とよばれるようになり、胚の外部形態にも変化が見えてくる。

問 1 下線部アに関連して、桑実胚になるまでの細胞分裂についての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。

- ① ウニでは、毎回同じ大きさの細胞ができる。
- ② カエルでは、動物極側の細胞は卵黄が多く、これらが将来の外胚葉になる。
- ③ ウニでもカエルでも、植物極側の細胞は動物極側の細胞に比較して小さい。
- ④ カエルでは、この細胞分裂のできる娘細胞は、次の細胞分裂までにもとの細胞の大きさに成長する。
- ⑤ ウニでもカエルでも、3回目の分裂は動物極と植物極を結ぶ線に垂直に起こる。

問 2 8細胞期のウニ胚を構成するそれぞれの割球の予定運命を調べる方法として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 割球をばらばらにして別々に培養し、各割球がどのように成長するかを観察する。
- ② 割球のどれか一つを生体に無害な色素で染色した胚を培養して、成長後どの部分が染色されているかを観察する。
- ③ 胚の動物極と植物極を通る面で二分して4細胞ずつを培養し、どのように成長するかを観察する。
- ④ 胚を6時間おきに固定して標本をつくり、顕微鏡で組織のでき方を観察する。

問 3 カエルの後期神経胚にみられるものの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- | | | |
|------|-----|-----|
| ① 体腔 | 原口 | 胞胚腔 |
| ② 原口 | 卵割腔 | 神経溝 |
| ③ 脊索 | 体節 | 卵黄栓 |
| ④ 体節 | 脊索 | 腸管 |

生物 I

B 被子植物の若い胚珠には胚嚢母細胞がある。胚珠から胚嚢母細胞や発生しつつある胚嚢を取り出すことで、胚嚢が形成される過程や、その時に起こる DNA 量の増減を詳しく調べることができる。1 個の未成熟な胚嚢母細胞は DNA 量を増やし、減数分裂を経て大きな 1 個の胚嚢細胞と小さな 3 個の細胞になる。この 3 個の細胞は退化・消失し、1 個の胚嚢細胞だけが残る。その後、胚嚢細胞は DNA 量を増し、核分裂を繰り返して大きな胚嚢を形成する。

図 1 の縦軸は、胚嚢を形成する過程での 1 個の未成熟な胚嚢母細胞に由来するすべての細胞の DNA 量の合計(全 DNA 量)を相対値で示したものである。また、図 1 の横軸は、未成熟な胚嚢母細胞が胚嚢になるまでの各時期(ウ～ク)を、時間の経過に沿って並べたものである。

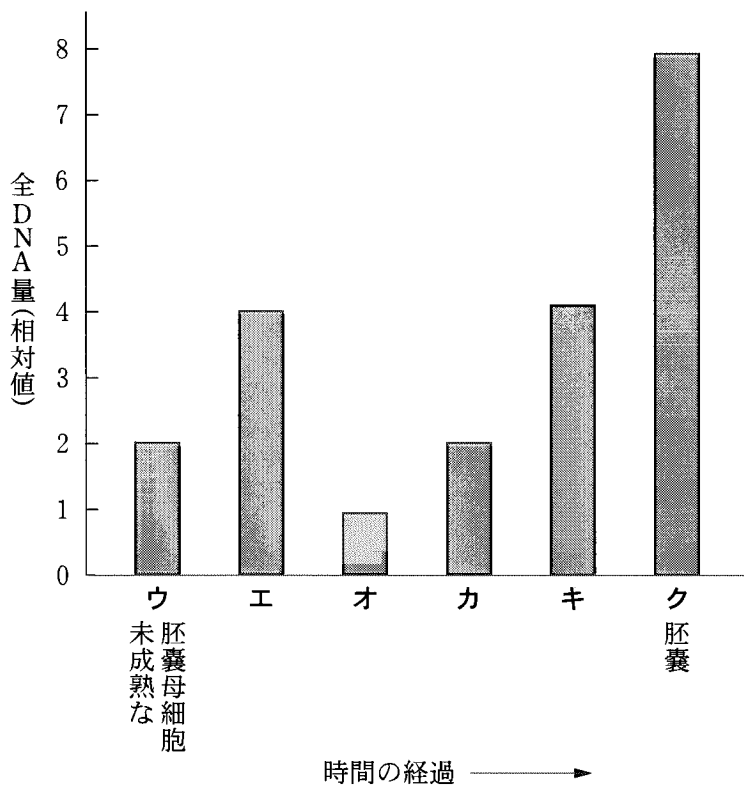


図 1

問 4 下線部イの時期は図 1 中のどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | | |
|-----|-----|-----|
| ① ウ | ② エ | ③ オ |
| ④ カ | ⑤ キ | ⑥ ク |

問 5 未成熟な胚嚢母細胞が胚嚢に発達するまでに核分裂は何回起こるか。図 1 を参考にして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。
 回

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |

問 6 被子植物の花粉に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 若いつぼみのおしべの葯やくの中には多くの花粉母細胞がある。
- ② 花粉母細胞の染色体数は、胚を構成する細胞の染色体数に等しい。
- ③ 花粉四分子の一つの細胞の染色体数は、胚を構成する細胞の染色体数の $\frac{1}{4}$ である。
- ④ 成熟した花粉はめしべの柱頭に運ばれ発芽して花粉管を伸ばすが、花粉の発芽はスクロースを含む培地でも再現できる。
- ⑤ 動物の精子に相当する細胞は、花粉管中の精細胞であって花粉ではない。

生物 I

第3問 遺伝に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

A ヒトのABO式血液型には、であるA、B、Oが関係している。A、BはともにOに対して優性であるが、AとBの間には優劣関係はない。

ある高校生の家族について、ABO式血液型を調べたところ、高校生はO型、父親はB型、母親はA型、そして父方の祖母はA型であった。

問1 上の文章中のに入る語として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 優性遺伝子 ② 複対立遺伝子 ③ 抑制遺伝子 ④ 補足遺伝子

問2 高校生の父方の祖父の推定される血液型として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① A型 ② B型 ③ O型 ④ AB型
⑤ A型 または B型 ⑥ B型 または AB型
⑦ A型 または B型 または O型

問3 高校生の弟の血液型が、O型である確率はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

- ① 0 ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{1}{2}$
⑤ $\frac{2}{3}$ ⑥ $\frac{3}{4}$ ⑦ 1

生物 I

B イネの種子の胚乳は、^{はいにゅう}透明度の高い X 型、低い Y 型と全く不透明の Z 型の 3 通りの表現型を示す。これらの形質は、胚乳で機能する Q, q と R, r の 2 組の対立遺伝子の組合せによって決められている。Q は q に対して、R は r に対して、それぞれ優性であり、Q, q と R, r は独立して遺伝する。透明度を上げる物質の合成は Q によって決定されており、Q のはたらきは R によって調節されている。Q と R が同時に存在すれば、Q が正常にはたらいて透明度を上げる物質が大量につくられ、胚乳の表現型は X 型となる。しかし、r がホモ接合の胚乳 (rrr) では、Q のはたらきが低下するため、透明度を上げる物質の量が減少し、胚乳の表現型は Y 型となる。q がホモ接合の胚乳 (qqq) ではその物質が全くつくられないため、R, r の遺伝子型にかかわらず、胚乳の表現型は Z 型となる。なお、胚乳においては、優性の対立遺伝子が少なくとも一つ存在すれば、優性形質を発現する。

実験 1 遺伝子型が QQrr であるイネのめしべと遺伝子型が QQRR であるイネのおしべとを交配して、F₁ 種子を得た。

実験 2 遺伝子型が QQrr であるイネのめしべと遺伝子型が qqRR であるイネのおしべとを交配して、F₁ 種子を得た。この種子から F₁ 個体を育て、自家受精をさせ、F₂ 種子を得た。

問 4 胚乳の形質を支配する遺伝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。

- ① 胚乳核は、相同染色体を 3 本ずつもつ。
- ② 一組の対立遺伝子に注目した場合、胚乳核には 4 通りの遺伝子型が存在する。
- ③ 一組の対立遺伝子に注目した場合、ある種子の胚乳核の遺伝子型がホモ接合であれば、胚の細胞の核の遺伝子型もホモ接合である。
- ④ 胚乳は、卵細胞から一つの、精細胞から二つの対立遺伝子を受け取っている。

問 5 実験 1 の F₁ 種子の胚と胚乳の遺伝子型として最も適当なものを、次の

①～⑦のうちから、それぞれ一つずつ選べ。胚 胚乳

- ① QQRR ② QQRr ③ QQrr ④ QQQRRR
 ⑤ QQQRRr ⑥ QQQRrr ⑦ QQQrrr

問 6 実験 2 で得られた F₂ 種子の胚乳の表現型の分離比として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

X型 : Y型 : Z型

- ① 3 : 0 : 1
 ② 3 : 1 : 0
 ③ 9 : 0 : 7
 ④ 9 : 3 : 4
 ⑤ 9 : 4 : 3
 ⑥ 9 : 6 : 1
 ⑦ 9 : 7 : 0
 ⑧ 15 : 0 : 1
 ⑨ 15 : 1 : 0

生物 I

第 4 問 環境からもたらされる刺激とそれに対する動物の反応に関する次の文章

(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

A 受容器で受け取られた情報は電気的な信号に変換され、感覚神経、中枢神経(介在神経)、運動神経を順に通って、効果器に伝えられる。神経細胞間で情報を伝える部分は とよばれ、ヒトの副交感神経でつくられる神経伝達物質には などがある。

問 1 上の文章中の ・ に入る語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。

- | | ア | イ |
|---|----------------------------|----------|
| ① | ニューロン | アドレナリン |
| ② | ニューロン | アセチルコリン |
| ③ | ニューロン | ノルアドレナリン |
| ④ | シナプス | アドレナリン |
| ⑤ | シナプス | アセチルコリン |
| ⑥ | シナプス | ノルアドレナリン |
| ⑦ | ランビエ絞輪 <small>こうりん</small> | アドレナリン |
| ⑧ | ランビエ絞輪 | アセチルコリン |
| ⑨ | ランビエ絞輪 | ノルアドレナリン |

問 2 文章中の **ア** において情報が伝達されるしくみとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **2**

- ① 一方の神経細胞の末端に神経伝達物質がたまると跳躍伝導が起こり、もう一方の神経細胞へ活動電位が伝えられる。
- ② 一方の神経細胞が神経伝達物質を含んだ小胞を放出し、もう一方の神経細胞がその小胞を受け取った結果、活動電位を発生する。
- ③ 一方の神経細胞の末端から小胞に含まれていた神経伝達物質が放出され、もう一方の神経細胞がその物質を受け取った結果、活動電位を発生する。
- ④ 一方の神経細胞でつくられた小胞が多数つながって細胞間に架橋をつくり、もう一方の神経細胞が架橋の中を流れてきた神経伝達物質を受け取った結果、活動電位を発生する。

生物 I

B ミツバチの口(吻)の先に、ある濃度以上のスクロース溶液を接触させると、吻の味覚受容器から伸びる感覚神経に活動電位が生じ脳へと伝えられる。活動電位を引き起こす最低のスクロース濃度を感覚神経の閾値(%)とする。また、ある濃度のスクロース溶液を吻の先に接触させたとき、ミツバチは図1のように折りたたんでいた吻を伸ばしてスクロース溶液を吸おうとする。このとき吻の内部の筋肉が、脊ついで動物の骨格筋のように運動神経から刺激を受けて収縮すると、吻が伸び出る。これを吻伸展行動とよび、この行動を引き起こす最低のスクロース濃度を吻伸展行動の閾値(%)とする。スクロースで引き起こされる感覚神経の興奮と吻伸展行動を調べるため、以下の実験1・実験2を行った。

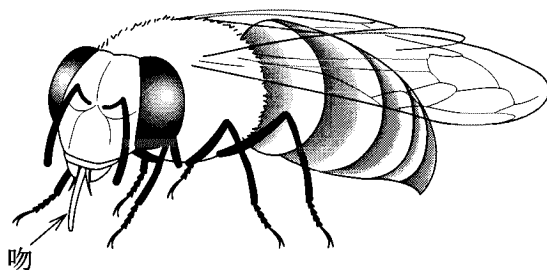


図 1

実験1 ミツバチ3個体(I~III)を使って、異なる濃度のスクロース溶液を吻に接触させたときに、味覚受容器から甘味情報を伝える感覚神経の軸索に沿って伝わる活動電位の発生の頻度を測定した(表1)。また、これらのミツバチは0.01%と0.1%のスクロースによって吻伸展行動を示さず、1%と10%のスクロースによって吻伸展行動を示した。

表 1

0.1秒当たりの活動電位の発生回数

個 体	スクロース濃度			
	0.01%	0.1%	1%	10%
I	0	4	10	15
II	0	2	7	12
III	0	1	6	10

実験 2 吻に接触させるスクロース濃度を変えて、吻伸展行動を引き起こす筋肉の動きを詳しく調べた。その結果、0.1% のスクロースを吻の先に接触させたときは、瞬間的な弱い筋肉の収縮が散発的に見られ吻がわずかに動くことがあっても、その動きが吻伸展行動につながることはなかった。1% のスクロースを吻の先に接触させたときは、筋肉は持続的な収縮を示し吻伸展行動が見られた。

問 3 実験 1 の結果から、感覚神経の閾値と吻伸展行動の閾値に相当するスクロース濃度について、I～IIIのどの個体にも当てはまる関係として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① $0.01\% < \text{吻伸展行動の閾値} < \text{感覚神経の閾値} \leq 1\%$
- ② $0.01\% < \text{感覚神経の閾値} < \text{吻伸展行動の閾値} \leq 1\%$
- ③ $0.01\% = \text{吻伸展行動の閾値} < \text{感覚神経の閾値} \leq 1\%$
- ④ $0.01\% = \text{感覚神経の閾値} < \text{吻伸展行動の閾値} \leq 1\%$
- ⑤ $0.01\% < \text{吻伸展行動の閾値} = \text{感覚神経の閾値} \leq 1\%$

問 4 実験 2 の結果を説明する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 1% のスクロースを接触させたときは、0.1% のときよりも、筋肉の強縮の持続時間が長くなり、吻伸展行動が見られるようになる。
- ② 1% のスクロースを接触させたときは、0.1% のときよりも、筋肉の単収縮の間隔が長くなり、吻伸展行動が見られるようになる。
- ③ 0.1% のスクロースを接触させたときは筋肉は強縮を起こし、1% のスクロースを接触させたときは単収縮を起こしている。
- ④ 0.1% のスクロースを接触させたときは筋肉は単収縮を起こし、1% のスクロースを接触させたときは強縮を起こしている。

生物 I

問 5 動物の行動には、ミツバチの吻伸展行動のように生まれつき備わった行動のほかに、経験や学習による行動が見られる。経験・学習による動物行動の例として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① カモやアヒルのヒナが、ふ化後初めて見た動くものを親とみなしてついて歩く。
- ② イトヨの雄が腹のふくらんだ雌に対して求愛行動を行う。
- ③ カイコガの雄がフェロモンをたどって雌にたどり着く。
- ④ 繁殖期のイトヨの雄どうしが攻撃しあう。
- ⑤ ヒトは指先で熱いものに触れると思わず手を引っ込める。

生物 I

第 5 問 植物の成長と環境要因に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

A 植物は光や重力などの刺激を受けると、その刺激に対して一定の方向に屈曲する。ア 芽ばえを水平に置くと、根は重力の方向に、茎はその反対の方向に屈曲する。茎のこのような性質を という。また、芽ばえに一方向から光を照射すると、茎は光の方向に屈曲する。このような性質を という。これらの現象にはオーキシンがかかわっている。

問 1 下線部アの現象の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、この現象は明所でも暗所でも同様に起こるものとする。また、水平に置いた芽ばえの重力の側を下側、重力と反対側を上側とよぶものとする。

- ① オーキシンが下側に移動した結果、茎では下側の成長が促進され、根では下側の成長が抑制された。
- ② オーキシンが上側に移動した結果、茎では下側の成長が促進され、根では下側の成長が抑制された。
- ③ オーキシンが茎では下側に移動し、根では上側に移動した結果、オーキシンの移動した側の成長が促進された。
- ④ オーキシンが茎では上側に移動し、根では下側に移動した結果、オーキシンの移動した側の成長が抑制された。

問 2 文章中の ・ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

イ

- ① 正の重力屈性
- ② 負の重力屈性
- ③ 正の重力屈性
- ④ 負の重力屈性

ウ

- 正の光屈性
- 正の光屈性
- 負の光屈性
- 負の光屈性

生物 I

B 茎の先端の芽(頂芽)がさかんに成長しているときは、側芽の成長は頂芽により抑制されていることが多い。このような現象を頂芽優勢という。頂芽が切除されて側芽の成長抑制が解除されると、側芽は成長を開始する。ある植物ホルモン X、Y、Z が側芽の成長に及ぼす影響を調べるために、以下の実験 1～3 を行った。実験 1・実験 2 の方法は模式的に図 1 に示し、結果は表 1 にまとめた。実験 3 の方法は模式的に図 2 に示し、その結果は表 2 にまとめた。

実験 1 頂芽を含む茎の先端を切除した。ただちに切り口に蒸留水あるいは X、Y、Z の溶液(以下、「試験液」という)を含む寒天片を載せ、一定時間後に切り口のすぐ下の側芽の成長を調べた。ただし、試験液は切り口に載せた寒天片から茎に吸収されたものとする。

実験 2 側芽に実験 1 と同じ試験液を滴下し、一定時間後に側芽の成長を調べた。ただし、与えた試験液は側芽だけに吸収されたものとする。

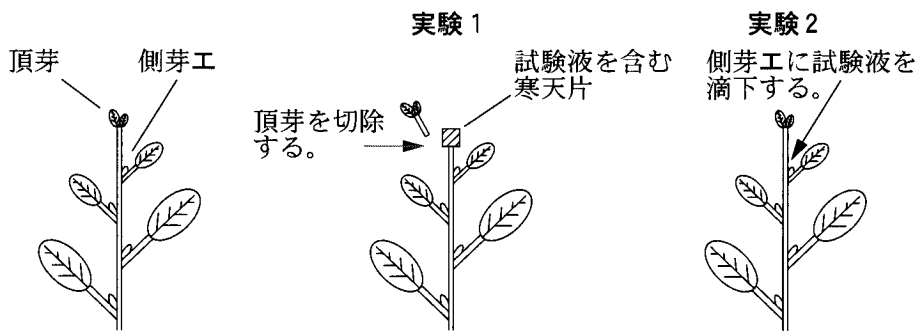


図 1

表 1

試験液	側芽の成長	
	実験 1	実験 2
蒸留水	○	×
X	×	×
Y	○	×
Z	○	○

○は側芽が成長したことを、×は側芽が成長しなかったことを表している。

実験 3 Xの茎における移動を調べるために、特殊な方法で標識をつけたXを実験 1と同様にして切り口に与えた。一定時間後に、図 2 に示すように、切り口の 0.25 cm 下から 0.5 cm ずつ茎切片オ、カ、キ、クを切り出して、各切片に含まれる標識されたXの量を測定した。測定は 30 分ごとに行い、それぞれの測定には同じ条件で生育させた別々の植物体を用いた。その結果は各切片における標識されたXの量の相対値として表 2 にまとめた。

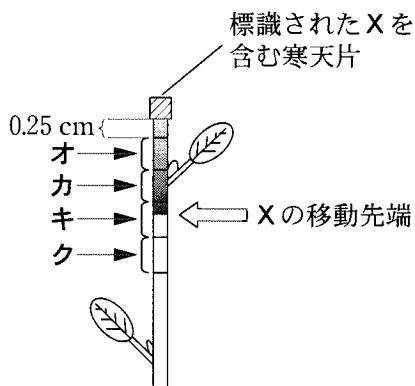


図 2

表 2

標識されたXの量(相対値)

標識されたXを 与えてからの時間(分)	測定部位			
	オ	カ	キ	ク
30	100	0	0	0
60	80	92	0	0
90	60	72	84	0
120	48	52	64	75
150	38	42	49	58

生物 I

問 3 表 1 の結果から X, Y, Z に関する記述として最も適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。

- ① Xは側芽の成長を抑制し, Yは側芽の成長抑制を解除する。
- ② Xは側芽の成長抑制を解除し, Yも側芽の成長抑制を解除する。
- ③ Yは側芽の成長抑制を解除し, Zは側芽の成長を抑制する。
- ④ Yは側芽の成長抑制を解除し, Zも側芽の成長抑制を解除する。
- ⑤ Xは側芽の成長を抑制し, Zは側芽の成長抑制を解除する。
- ⑥ Xは側芽の成長抑制を解除し, Zは側芽の成長を抑制する。

問 4 実験 3 において X は, 切り口に載せた寒天片から茎に吸収され, 茎を下降する。表 2 の結果から, 標識された X の移動先端が 1 時間当たりに移動する距離として最も適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。
約 cm

- ① 0.5 ② 1 ③ 1.5 ④ 2 ⑤ 2.5 ⑥ 3

問 5 Yには種子の発芽を抑制するはたらきがあり、Zには葉の老化を抑制するはたらきがあることがわかっている。Y、Zに相当する植物ホルモンの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- | Y | Z |
|-----------|---------|
| ① ジベレリン | サイトカイニン |
| ② ジベレリン | アブシシン酸 |
| ③ サイトカイニン | アブシシン酸 |
| ④ サイトカイニン | ジベレリン |
| ⑤ アブシシン酸 | ジベレリン |
| ⑥ アブシシン酸 | サイトカイニン |

