

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 1～4)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

細胞は生命の基本単位である。この細胞内には、いくつかの細胞小器官がある。これらの細胞小器官のはたらきを調べるためには、細胞分画法とよばれる方法が用いられる。細胞分画法とは、細胞を破碎した液を遠心分離機にかけ、段階的に強い遠心力を作用させることにより、細胞内の特定の細胞小器官を沈殿させ、別々に分離する方法である。真核細胞である酵母菌を用いて、以下のような実験 1 を行った。

実験 1 等張液中の酵母菌にア その最外層の構造物を分解する活性をもつ酵素を作用させた。つづいてホモジナイザー(破碎器)を用いて細胞膜を破碎した。この破碎液を、低速で遠心分離し、未破碎の酵母菌を沈殿として除いた。この際の上澄み液を中速で遠心分離し、イ 沈殿(P 1)と上澄み液(S 1)とを回収した(図 1 A)。さらに、上澄み液(S 1)を高速で遠心分離し、沈殿(P 2)と上澄み液(S 2)とを得た(図 1 B)。分離した沈殿を分析した結果、P 1 は、P 2 に比べて極めて多量の DNA(デオキシリボ核酸)を含んでおり、ウ P 2 には酸素を活発に消費する性質があることがわかった。

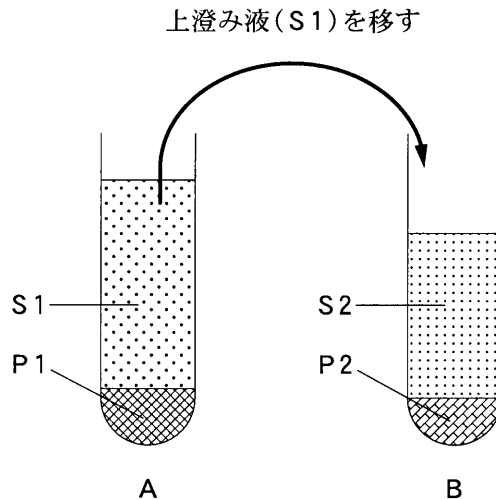


図 1

問 1 下線部アに関して、これに類似した構造物は植物細胞でも最外層にあり、細胞内部の保護や、植物体の支持に役立っている。植物細胞における、この構造物は、主にどのような物質により構成されているか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- | | | |
|----------|---------|----------|
| ① デンプン | ② スクロース | ③ クロロフィル |
| ④ グリコーゲン | ⑤ セルロース | |

生物 I

問 2 下線部イに関連して、ヒトの細胞のなかには、沈殿 P 1 に多く含まれる細胞小器官を複数個もつ細胞と、全くもたない細胞がある。そのような細胞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。 2

- | 複数個もつ細胞 | 全くもたない細胞 |
|-----------|----------|
| ① 心筋の細胞 | 骨格筋の細胞 |
| ② 骨格筋の細胞 | 小腸の上皮細胞 |
| ③ 血管の内皮細胞 | 小腸の上皮細胞 |
| ④ 小腸の上皮細胞 | 赤血球 |
| ⑤ 軟骨細胞 | 骨格筋の細胞 |
| ⑥ 骨格筋の細胞 | 赤血球 |
| ⑦ 赤血球 | 軟骨細胞 |
| ⑧ 赤血球 | 血管の内皮細胞 |

問 3 下線部ウに関して、この性質をもつ細胞小器官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。 3

- ① 細胞分裂の時に形成される紡錘体の起点になる。
- ② 内部に層状に配列した扁平な袋状構造をもち、^{へんぺい}デンプンなどの有機物を合成する。
- ③ 球状または棒状であり、有機物を分解してエネルギーを取り出す。
- ④ 細胞内で作られたタンパク質の細胞外分泌に関係する。

問 4 植物や動物などの多細胞生物では、多様に分化した細胞が複雑に組み合わせられて組織を形成している。動植物の組織や組織系に関する記述として適切なものを、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。

4

5

- ① 植物の茎や根には、頂端部分の他に分裂組織はない。
- ② 植物の基本組織系には、柔組織、厚壁組織、および維管束組織が含まれる。
- ③ 植物の表皮系は、葉、茎、根など、すべての器官の表面に存在する。
- ④ 動物の体表面や消化管内表面は、結合組織だけでおおわれている。
- ⑤ 動物の筋組織とよばれるのは、骨格筋のみである。
- ⑥ 動物の神経組織には、情報伝達を担う神経細胞と、それを支持したり、栄養を補給したりする細胞が含まれている。

生物 I

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

A テッポウユリの開花以前のつぼみを用いて減数分裂の観察実験を行った。様々な大きさのつぼみ(長さ 10 mm～170 mm)を採取した後、つぼみを割り、おしべから葯やくを、めしべの子房から胚珠はいしゆをそれぞれ取り出し固定した。それらを解離したのち酢酸オルセイン液で染色し、押しつぶすことによって、葯や胚珠の中にある細胞を顕微鏡で観察した。図 1 は、葯(上段)と胚珠(下段)のそれぞれで、観察した細胞のうち減数分裂開始前の細胞(□)、減数分裂の第一分裂期の細胞(▨)、減数分裂の第二分裂期の細胞(▩)、減数分裂終了後の細胞(■)の割合をつぼみの長さごとに示している。なお、横軸のつぼみの長さはつぼみの成長ぐあいに対応しており、グラフの棒を省略したところ(//)以外では、となり合うつぼみの長さの間(棒の間)の期間は約 3 日である。

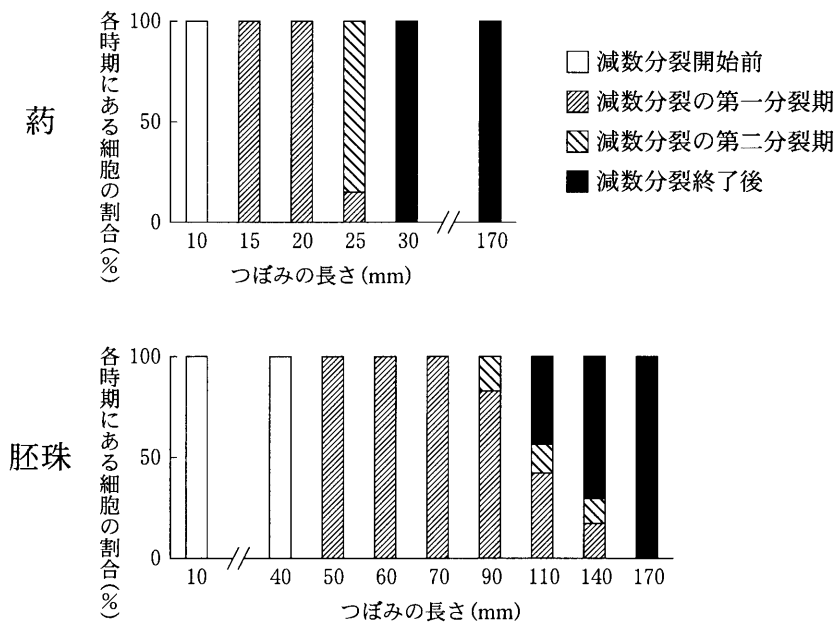


図 1

問 1 図 1 の結果から考えられ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。

- ① 1 個のつぼみの中では、胚珠内における減数分裂の方が葯内における減数分裂よりも早く始まる。
- ② 葯内における減数分裂の方が胚珠内における減数分裂よりも時間がかかる。
- ③ 葯内においても胚珠内においても減数分裂はほぼ一斉に始まるが、胚珠の方が葯よりも細胞間での分裂の進行の同調性が高い。
- ④ 葯内における減数分裂においても、胚珠内における減数分裂においても、第一分裂の方が第二分裂よりも時間がかかる。
- ⑤ 葯内における減数分裂においても、胚珠内における減数分裂においても、第一分裂と第二分裂の間には十分な時間の間期がある。

問 2 下線部アに関連して、減数分裂の第一分裂期と第二分裂期を区別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 相同染色体の対合がみられるのは第一分裂期である。
- ② 相同染色体間で乗換えがみられるのは第一分裂期である。
- ③ 相同染色体が分離するのは第二分裂期である。
- ④ 紡錘体の極が減数分裂を開始したもとの 1 個の細胞当たり 4 つ存在するのは第二分裂期である。
- ⑤ 体細胞分裂とほぼ同じような過程にあるのは第二分裂期である。

生物 I

問 3 下線部アに関連して、第一分裂中期と第二分裂中期の一つの赤道面で観察される染色体数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。なお、テッポウユリ ($2n = 24$) の分裂組織の細胞では、体細胞分裂の中期に 24 本の染色体が観察される。

3

	第一分裂中期	第二分裂中期
①	12	6
②	12	12
③	12	24
④	24	12
⑤	24	24
⑥	24	48
⑦	48	12
⑧	48	24
⑨	48	48

生物 I

B 動物の体は、受精卵という一つの細胞が、分裂を繰り返して細胞数を増やすと同時に、筋肉や神経などの様々な種類の細胞に分化するという過程を経て形成される。細胞の分化の過程では、ある細胞がまわりの細胞にはたらきかけて、分化の方向を決定するような現象がみられる。このような現象を **イ** という。例えば、両生類の発生では、まず **ウ** 極側の細胞が、赤道付近の細胞にはたらきかけて、中胚葉への分化を促す。さらに、**エ** の中胚葉が形成体となり、外胚葉にはたらきかけて、**オ** 神経管への分化を引き起こす。**カ** 形成体が、胞胚^{ほうはい}腔^{こう}に移植されたときに二次胚が生じるのは、このようなはたらきによるものである。

問 4 上の文章中の **イ** ~ **エ** に入る語として最も適当なものの組合せを、次の①~⑧のうちから一つ選べ。 **4**

- | | イ | ウ | エ |
|---|----|----|----|
| ① | 誘導 | 動物 | 腹側 |
| ② | 誘導 | 動物 | 背側 |
| ③ | 誘導 | 植物 | 腹側 |
| ④ | 誘導 | 植物 | 背側 |
| ⑤ | 調節 | 動物 | 腹側 |
| ⑥ | 調節 | 動物 | 背側 |
| ⑦ | 調節 | 植物 | 腹側 |
| ⑧ | 調節 | 植物 | 背側 |

問 5 下線部オに関連して、このようにしてできた神経管から発生してくる構造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 網 膜 ② ^{せきつい}脊椎骨 ③ 角 膜
 ④ 鼻の上皮 ⑤ 水晶体

問 6 下線部カの形成体の存在は、イモリを用いたシュペーマンの実験により示された。シュペーマンは黒い色素をもつイモリの形成体を、色素をもたないイモリの初期原腸胚の胞胚腔に移植して二次胚が形成されることを示した。このイモリの二次胚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。 6

- ① 二次胚の脊索^{せきさく}は主に色素をもたない細胞から形成された。
 ② 二次胚の神経管は主に色素をもたない細胞から形成された。
 ③ 二次胚の脊索も神経管もすべて色素をもたない細胞から形成された。
 ④ 二次胚の脊索も神経管もすべて黒い色素をもつ細胞から形成された。

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 ある植物の花の色には連鎖していない 2 対の対立遺伝子 A と a, B と b が関係している。A は a に対して優性であり, B は b に対して優性である。また, aa あるいは bb という遺伝子型をもつ個体は白色花になり, A, B 両方の遺伝子をもつ個体だけが有色花になる。AABb という遺伝子型をもつ個体を自家受精したところ, 次世代植物では有色花個体と白色花個体とがおよそ の分離比で現れた。また, 遺伝子型が aabb, aaBB, AAbb, , である個体を自家受精すると, 次世代植物はすべて白色花個体であった。

問 1 上の文章中の に入る分離比として最も適当なものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。

有色花個体 : 白色花個体

- ① 3 : 1
- ② 9 : 7
- ③ 13 : 3
- ④ 2 : 1

問 2 上の文章中の ・ に入る遺伝子型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 AABB ② AABb ③ AaBB
- ④ AaBb ⑤ Aabb ⑥ aaBb

生物 I

問 3 遺伝子型が $aaBB$ である個体と、白色花個体 X とを交配したところ、次世代植物では白色花個体と有色花個体とが、ほぼ 1 : 1 の割合で現れた。白色花個体 X の遺伝子型として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

- ① $AABB$ ② $AABb$ ③ $AAbb$ ④ $AaBB$ ⑤ $AaBb$
⑥ $Aabb$ ⑦ $aaBB$ ⑧ $aaBb$ ⑨ $aabb$

生物 I

B DNA(デオキシリボ核酸)は、ミーシャーによって、ヒトの傷口の膿^{うみ}から最初に発見された。その後、グリフィスは肺炎双球菌に、鞘^{さや}(カプセル、被膜)をもつ病原性のS型菌と、鞘をもたない非病原性のR型菌があり、煮沸殺菌したS型菌と生きたR型菌とを混ぜてネズミに注射すると、**エ**に変化することを発見した。このような現象は**オ**とよばれる。その後、エイブリー(アベリ)らは、肺炎双球菌の**オ**を引き起こす原因物質がDNAであることを明らかにした。一方、当時は**カ**が遺伝物質であるという考えも依然としてあった。ハーシーとチェイスは、大腸菌に感染するウイルスを用いた巧妙な実験により、**キ**遺伝子の本体が**カ**でなくDNAであることを証明した。次の年、ワトソンとクリックは、ウィルキンスらの研究結果をもとに、**ク**DNAの構造モデルを提案した。

問 4 上の文章中の**エ**～**カ**に入る語句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。 **5**

	エ	オ	カ
①	S型菌がR型菌	組換え	炭水化物
②	S型菌がR型菌	形質転換	タンパク質
③	S型菌がR型菌	組換え	脂 質
④	S型菌がR型菌	形質転換	炭水化物
⑤	R型菌がS型菌	組換え	タンパク質
⑥	R型菌がS型菌	形質転換	脂 質
⑦	R型菌がS型菌	組換え	炭水化物
⑧	R型菌がS型菌	形質転換	タンパク質

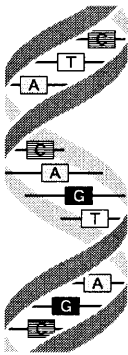
問 5 下線部キに関連して，DNA を含む細胞内の構造体として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 染色体 ② 星状体 ③ 液胞 ④ 中心体 ⑤ ゴルジ体

問 6 下線部クのモデルに最も近いものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

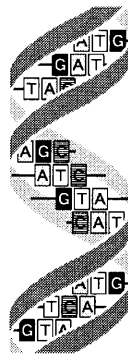
①



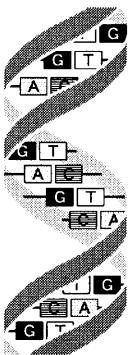
②



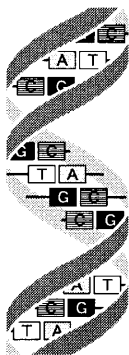
③



④



⑤



生物 I

第 4 問 動物の反応と恒常性に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

A ア 受容器の感覚細胞に生じた興奮は、ニューロンによって中枢を介して筋肉などの 効果器に伝えられ、刺激に応じた反応を起こす。動物は刺激に対しすばやく反応するために、刺激の受容から効果器の反応までにかかる時間を様々な方法で短くしている。脊椎動物の場合、軸索の周囲に別の細胞の膜が何重にも巻いた とよばれる構造が存在し、これが となっているために が起こり、反応時間が短くなる。一方、無脊椎動物の中には軸索を太くすることで伝導速度を上げているものがある。

問 1 上の文章中の ～ に入る語として適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | |
|----------|--------|----------------------------|
| ① シナプス伝達 | ② 絶縁体 | ③ <small>ずい しょう</small> 髄鞘 |
| ④ 電気伝導体 | ⑤ 跳躍伝導 | ⑥ ランビエ絞輪 |

問 2 下線部アとイに関して、適刺激とそれによってもたらされる効果器の反応の組合せとして誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

適刺激	反 応
① 光	<small>どうこう</small> 瞳孔反射
② 液体中の化学物質	だ液分泌
③ 血中グルコース濃度の低下	グルカゴンの分泌
④ 体の回転	屈筋反射
⑤ 外気温の降下	皮膚血管の収縮

生物 I

B 血液の機能の一つに物質の運搬がある。消化器官から吸収された栄養物、内分泌腺から分泌されたホルモン、そして酸素の運搬は血液の重要な機能である。脊椎動物の血液には、可逆的に酸素と結合するヘモグロビンとよばれるタンパク質が大量に含まれるため、酸素の運搬効率が高い。一方、筋肉中にはヘモグロビンと同様に可逆的に酸素と結合するタンパク質のミオグロビンが存在する。これらのタンパク質の酸素結合力の違いから、ヘモグロビンとミオグロビンの間で酸素の移動が起こる。酸素運搬におけるヘモグロビンとミオグロビンの役割を考えるため、以下の**実験 1**を行った。

実験 1 あるほ乳類の血液と筋肉から、それぞれヘモグロビンとミオグロビンの抽出液を得た。温度と二酸化炭素の濃度を一定にし、様々な酸素濃度のもとで、ヘモグロビンあるいはミオグロビンが酸素と結合する割合を調べ、酸素解離曲線を作成した。その結果を図 1 に示す。

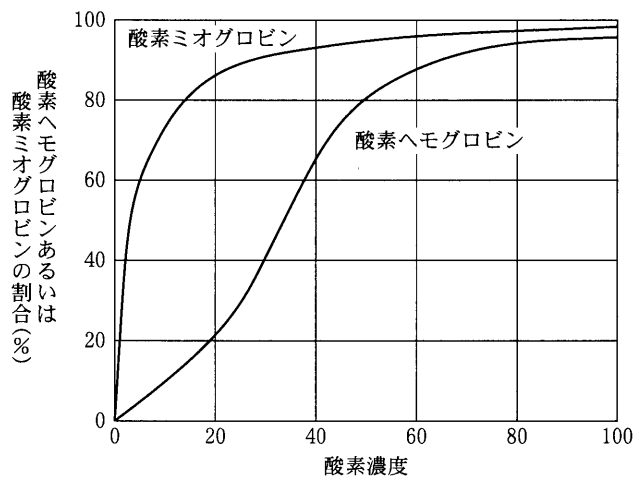


図 1 ヘモグロビンとミオグロビンの酸素解離曲線

(注) 横軸の酸素濃度は、肺胞での濃度を 100 とした場合の相対値で示す。

問 3 下線部ウに関連して、ヘモグロビンに関する次の記述 a～d のうち正しいもの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。

5

- a 酸素濃度が一定であれば、二酸化炭素濃度が低いほど酸素ヘモグロビンの割合は低い。
- b 酸素濃度が一定であれば、二酸化炭素濃度が高いほど酸素ヘモグロビンの割合は低い。
- c 一般にヘモグロビンは肺や鰓では酸素と結合し、それ以外の組織では酸素を離す。
- d 一般にヘモグロビンは肺や鰓では酸素を離し、それ以外の組織では酸素と結合する。

- ① a, c
- ② a, d
- ③ b, c
- ④ b, d

問 4 図 1 から読み取れることの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。

6

- ① 酸素濃度が 40 から 20 に減少するとき、酸素ミオグロビンの割合は、酸素ヘモグロビンの割合に比べて大きく低下する。
- ② 酸素濃度 20 における酸素ミオグロビンの割合と酸素ヘモグロビンの割合の差は、酸素濃度 40 のときに比べて大きい。
- ③ 全体の 50 % が酸素と結合しているときの酸素濃度は、ヘモグロビンよりもミオグロビンの方が高い。
- ④ 酸素濃度が 20 のとき、酸素ヘモグロビンの割合は、酸素ミオグロビンの割合よりも高い。

生物 I

問 5 実験 1 の結果から、下線部 **エ** に関して考えられることの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。 7

- ① 筋肉では、酸素ヘモグロビンは酸素を離し、ミオグロビンがその酸素と結合することにより、酸素が蓄えられる。
- ② 筋肉では、酸素ミオグロビンは酸素を離し、ヘモグロビンがその酸素と結合することにより、酸素が蓄えられる。
- ③ 酸素ミオグロビンと酸素ヘモグロビンは、酸素濃度が高くなるとより多くの酸素を離すため、酸素が筋肉に供給される。
- ④ 筋肉では、ヘモグロビンが酸素と結合する割合はミオグロビンよりも高いため、酸素が筋肉に供給される。

生物 I

第 5 問 環境と植物の反応に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問 1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 20)

A 植物体のある部位が外部からの刺激を感知すると、その刺激を別の部位に伝達するなどし、最終的に植物は刺激に応じて様々な反応を引き起こす。例えば、根や茎などの植物の器官は多くの場合、光、重力、水などの刺激に対してア屈性を示す。マカラスムギ(アベナ)やトウモロコシなどのイ^{ようようしやう}幼葉鞘が示す光屈性には、植物ホルモンの一つであるオーキシンが重要なはたらきを担っている。

問 1 下線部ア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。

- ① サフランの花は温度が上昇するにつれて開き、温度が低下すると閉じる。
- ② キュウリの巻きひげは、支柱に接触すると、それに巻き付く。
- ③ オジギソウに触ると、葉が急速に閉じ、葉柄が垂れ下がる。
- ④ 光の弱い環境で育ったエンドウは黄白化し、茎が著しく伸びる。
- ⑤ コスモスやオナモミは、日長が一定時間以下になると花芽を形成する。

問 2 下線部イ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 幼葉鞘の先端部でつくられたオーキシンが基部側に移動して作用する。
- ② 光の当たる側の組織よりも当たらない側の組織の方が、伸長が大きい。
- ③ 幼葉鞘の先端部に光を通さないキャップをかぶせて、横から光を当てると、光の方向に屈曲する。
- ④ 先端部を切除された幼葉鞘に横から光を当てても屈曲は起きない。

B 幼葉鞘は光屈性に加えて、重力屈性を示す。このため、光の当たらない環境でも、幼葉鞘は上に向かって成長することができる。トウモロコシの幼葉鞘がもつ重力屈性とオーキシンの関係を調べるために、以下の**実験 1・実験 2**を光の当たらない条件で行った。ただし、これらの実験では、オーキシンの濃度が高いほど作用を受けた組織の成長がより強く促進されるものとし、また、オーキシンの作用を阻害する物質の存在は考えないものとする。

生物 I

実験 1 トウモロコシの幼葉鞘から切り取った先端部に、雲母板を切り口から垂直に中程まで差し込んだ。雲母板によって仕切られた片側半分と反対側半分の切り口に、寒天片を接触させた。これを垂直あるいは水平に一定時間置いたのち寒天片(A~D)を回収した。また、雲母板により先端部を完全に縦に二分割し、同様の実験を行い、寒天片(E~H)を回収した。これらの実験の様子を図1aに示した。

次に、回収した寒天片に含まれるオーキシンの量を検定した。図1bのようにマカラスムギの幼葉鞘から先端部を切除し、切り口の片側半分に寒天片(A~H)をのせた。一定時間後に幼葉鞘の屈曲の角度(屈曲角)を測定し、その結果を図1cにまとめた。

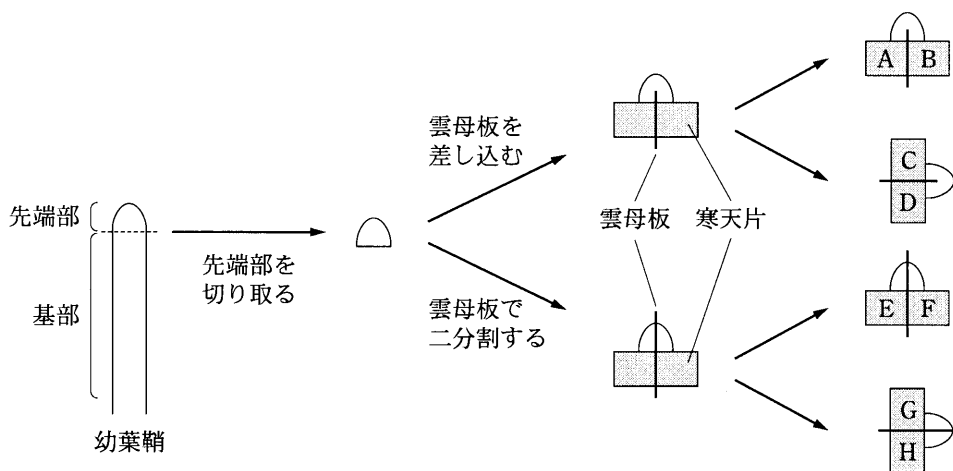


図 1 a

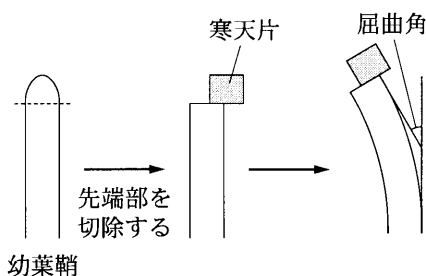


図 1 b

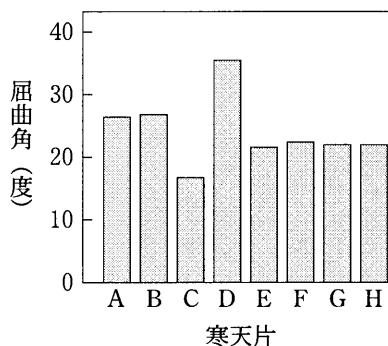


図 1 c

実験 2 トウモロコシの幼葉鞘を水平に倒して置き、90 分後に観察したところ、幼葉鞘は上方向に屈曲していた(図 2 a)。幼葉鞘の先端部を切除した後、水平に倒して同様に観察したが、屈曲はほとんどみられなかった(図 2 b)。

次に、幼葉鞘の先端部を切除したのち、水平に倒してオーキシシン溶液を含んだろ紙を切り口の全体に接触させたところ、90 分後には上方向に屈曲していた(図 2 c)。しかし、水を含んだろ紙を同様に切り口に接触させた場合には、屈曲はほとんどみられなかった(図 2 c)。

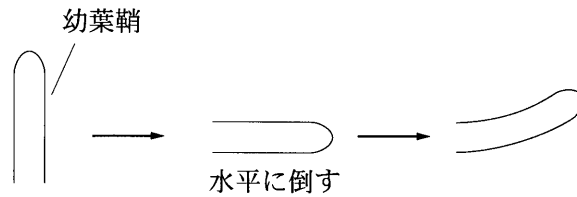


図 2 a

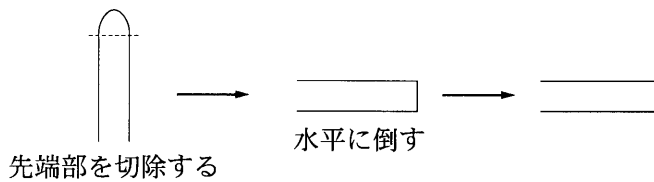


図 2 b

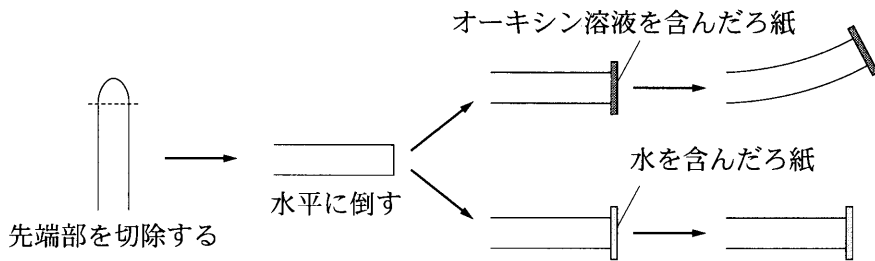


図 2 c

生物 I

問 3 幼葉鞘が水平に置かれたとき、先端部ではどのようなことが起きていると考えられるか。実験 1 の結果から考えて最も適当な記述を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 上側でのオーキシンの生産が促進される。
- ② 下側でのオーキシンの生産が促進される。
- ③ 上側でのオーキシンの分解が促進される。
- ④ 下側でのオーキシンの分解が促進される。
- ⑤ オーキシンの上側への移動が促進される。
- ⑥ オーキシンの下側への移動が促進される。

問 4 幼葉鞘の重力屈性反応に関して、実験 1・実験 2 の結果から考えられることの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 幼葉鞘が水平に置かれると、垂直に置かれた場合よりも多くのオーキシンが先端部でつくられ基部へ移動する。
- ② 水平に置かれた幼葉鞘が上側に屈曲するためには、先端部から供給されるオーキシンの量が、先端部の上側の組織と先端部の下側の組織とで異なっていることが不可欠である。
- ③ 水平に置かれた幼葉鞘は、オーキシンの作用がなくても屈曲を起こすが、重力と反対の方向に屈曲するためには、先端部でつくられたオーキシンが基部に作用することが不可欠である。
- ④ 水平に置かれた幼葉鞘では、先端部と基部の両方が重力の方向を感知することができる。