

## 平成 28 年度入学者選抜試験問題

地域教育文化学部・食環境デザインコース

理学部・生物学科

医学部・医学科

工学部・バイオ化学工学科

農学部・食料生命環境学科

# 理 科

(生 物)

## 前 期 日 程

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は 1 ページから 18 ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は、手をあげて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。  
大学受験番号が正しく記入されていない場合は、採点できないことがあります。
- 5 地域教育文化学部受験者は I, II, III, IV の 4 問を解答してください。  
理学部受験者は I, II, III, IV の 4 問を解答してください。  
医学部受験者は I と II の 2 問を解答してください。  
工学部受験者は I, II, III, IV の 4 問を解答してください。  
農学部受験者は I, II, III, IV の 4 問を解答してください。
- 6 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

(問題訂正)

1 ページ 問題 I A 問 2 2 行目～3 行目

(誤) …○型の人数の期待値を記せ。

(正) …○型の人数は何人か，期待される人数を記せ。

I つぎのAとBの文を読んで、問1～9に答えよ。

A ヒトのABO式血液型には、A型、B型、AB型、O型の4つの表現型があり、これらの表現型に関わる対立遺伝子には、A、B、Oの3種類がある。このように、1つの形質に関わる対立遺伝子が3種類以上ある場合、これらを複対立遺伝子とよぶ。対立遺伝子Aと対立遺伝子Bの間に優劣関係はなく、対立遺伝子Oは対立遺伝子Aと対立遺伝子Bのどちらに対しても劣性である。

ABO式血液型の表現型は、赤血球の細胞表面に露出したA型物質とB型物質の有無によって決まる(図1)。A型物質はA型物質固有の糖が、また、B型物質はB型物質固有の糖が、それぞれ赤血球の細胞表面のH型物質に結合したものである。A型物質固有の糖のH型物質への結合は、遺伝子Aの情報をもとにつくられる酵素によって起こり、B型物質固有の糖のH型物質への結合は、遺伝子Bの情報をもとにつくられる酵素によって起こる。遺伝子Oの情報をもとにつくられるタンパク質は、いずれの糖もH型物質に結合させることができない。

ABO式血液型は、A型物質に特異的に結合する抗体(抗A抗体)とB型物質に特異的に結合する抗体(抗B抗体)を別々に血液に加え、赤血球が凝集するかどうかによって判定することができる。

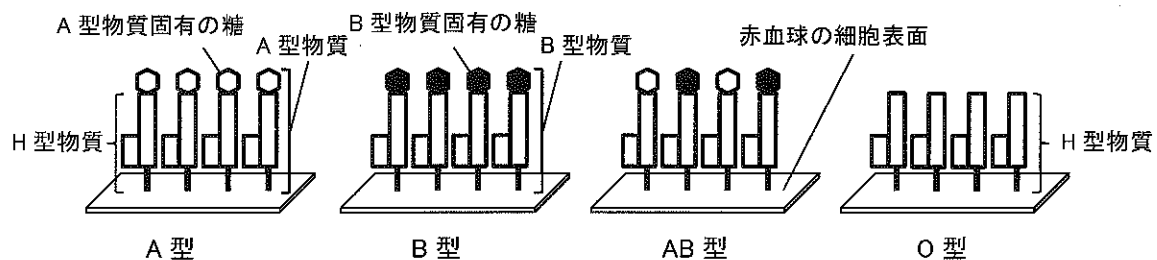


図1 ABO式血液型における赤血球の細胞表面のA型物質とB型物質の分布

問1 ヒトのABO式血液型の遺伝子型をすべて記せ。

問2 ハーディ・ワインベルグの法則が成り立っているヒトの集団Jにおいて、遺伝子Oの頻度が0.6であった。この集団Jから無作為に1,000人を選んだとき、その中に含まれるO型の人数の期待値を記せ。ただし、小数の場合は、小数第一位を四捨五入して整数で記せ。

問3 上記の集団JにおいてA型の人の割合が0.45であるとき、AB型の人の割合を記せ。ただし、小数第三位以下を含む数値の場合は、四捨五入して小数第二位まで記せ。

問 4 下線部①について、遺伝子 A の一塩基置換によって遺伝子 B が生じたと仮定すると、この一塩基置換は遺伝子 A のどの部位で起こったと考えられるか。もっとも適切なものを、つぎのア)～エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。なお、遺伝子 A と遺伝子 B が指定する酵素に含まれるアミノ酸の数に違いはない。

ア) イントロン    イ) エキソン    ウ) 調節領域    エ) プロモーター

問 5 下線部②において、O 型と判定されるのはどのような場合か、50 字以内で説明せよ。

問 6 遺伝子 A のみをもつが、極めてまれに、H 型物質が赤血球でつくられていない場合がある。このとき、下線部②の方法を用いると、ABO 式血液型では何型に判定されるか、解答欄 i) に記せ。また、そのように判断した理由を、つぎの用語をすべて用いて、解答欄 ii) に 125 字以内で記せ。ただし、アルファベットの場合も、1 字につき解答欄 1 マスを用いよ。

用語： 酵素    A 型物質    H 型物質

- B 原核生物である大腸菌では、ラクトースオペロンのように、複数の遺伝子の転写がまとめて調節される。一方、真核生物では転写は個々の遺伝子ごとに調節されている。真核生物における転写調節を調べるために、トランスジェニックマウスを利用する場合がある。

実験 マウスのゲノム DNA からヘモグロビンβ鎖遺伝子の調節領域とプロモーターだけを含む DNA 断片を  酵素を用いて切り出した。切り出した DNA 断片を、 という酵素を用いて、調節領域やプロモーターを含まない緑色蛍光タンパク質 (GFP) 遺伝子と連結し、組換え DNA を作成した。GFP は紫外線をあてると緑色の蛍光を発する。マウスの受精卵にこの組換え DNA を導入してトランスジェニックマウスを作成した。そのトランスジェニックマウスの血球に紫外線をあてて観察したところ、核が消失する前の赤血球 (赤芽球) では GFP からの蛍光が観察されたが、白血球では観察されなかった。なお、赤芽球と白血球は導入した組換え DNA をもっていた。また、赤芽球ではヘモグロビンβ鎖タンパク質が発現していたが、白血球では発現していなかった。

- 問 7 下線部③の転写は、栄養源としてグルコースが存在しラクトースが存在しないとき、どのように調節されるか。つぎの用語をすべて用いて、100 字以内で記せ。ただし、アルファベットの場合も、1 字につき解答欄 1 マスを用いよ。

用語： RNA ポリメラーゼ オペレーター ラクトース 遺伝子群

- 問 8  と  に入る適切な用語を、解答欄あ) と い) にそれぞれ記せ。

- 問 9 下線部④の結果のみから判断して、ヘモグロビンβ鎖遺伝子が選択的に発現する理由として、もっとも適切なものをつぎのア) ~ オ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

ア) 赤芽球と白血球の間では、ヘモグロビンβ鎖遺伝子の調節領域の塩基配列が異なり、異なる種類の調節タンパク質が発現しているから。

イ) 赤芽球と白血球の間では、ヘモグロビンβ鎖遺伝子の調節領域の塩基配列は同じだが、異なる種類の調節タンパク質が発現しているから。

ウ) 赤芽球と白血球の間では、同じ種類の調節タンパク質が発現しているが、ヘモグロビンβ鎖遺伝子の調節領域の塩基配列が異なっているから。

エ) 赤芽球はヘモグロビンβ鎖遺伝子をもっているが、白血球はヘモグロビンβ鎖遺伝子を失っているから。

オ) 赤芽球はヘモグロビンβ鎖遺伝子を失っているが、白血球はヘモグロビンβ鎖遺伝子をもっているから。



II つぎの A と B の文を読んで、問 1 ～ 9 に答えよ。

A ヒトが運動するとき、脊髄で刺激の入力を受けた運動ニューロンは、根から伸ばした軸索を介して、末梢の効果器である骨格筋を収縮させる。一般に、ニューロンへ刺激が入力されるときに、その刺激の強さがに達すると、活動電位が発生する。この活動電位の発生時には、細胞膜外を基準としたときの細胞膜内の電位（膜電位）が、1～2 ミリ秒の間に、静止電位から一時的に 100 mV 程度上昇したのち元の静止電位へと戻る。このとき、ニューロンに入力される刺激の強さがよりもさらに強くなっても活動電位の最大値は変化せず、入力される刺激がよりも弱いと活動電位は発生しない<sup>①</sup>。これをの法則という。運動ニューロンでは、活動電位が軸索を伝導して軸索末端に達すると、筋細胞とのシナプスにおける神経伝達物質である<sup>②</sup>がシナプス間隙へと放出される。放出されたが筋細胞膜にある受容体と結合すると、受容体に存在するチャンネルが開くことで筋細胞の興奮が引き起こされ、筋が収縮する。

問 1  ～  に入る語を、解答欄あ) ～ え) にそれぞれ記せ。

問 2 ニューロンの静止電位としてもっとも適切な値を、つぎのア) ～ キ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア)  $-230 \sim -190$  mV    イ)  $-160 \sim -120$  mV    ウ)  $-90 \sim -50$  mV    エ)  $-20 \sim +20$  mV  
オ)  $+50 \sim +90$  mV    カ)  $+120 \sim +160$  mV    キ)  $+190 \sim +230$  mV

問 3 軸索での活動電位に関わるイオンについて、膜電位が上昇していくときにニューロンに流入するイオンの名称を解答欄 i) に、また、膜電位が下降していくときにニューロンから流出するイオンの名称を解答欄 ii) に、それぞれ記せ。

問 4 下線部①のように、個々の運動ニューロンでは、入力される刺激の強さにかかわらず活動電位の最大値は一定であるが、その効果器である骨格筋の収縮は段階的に変化するよう調節されている。一定の大きさの活動電位しか出せない運動ニューロンが、強さの異なる骨格筋収縮を引き起こすことができるしくみを、つぎの用語をすべて用いて 50 字以内で説明せよ。

用語： 運動ニューロン    活動電位

問 5 下線部②に関して、軸索を伝導している活動電位は、逆方向に伝導して戻ることはない。その理由を 50 字以内で記せ。

B 筋の収縮は、筋細胞内の ATP がミオシン頭部によって分解されて得られるエネルギーによって起こる。筋が弛緩しているときにも筋細胞内に ATP はあるが、筋原繊維周辺の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が低いときには、アクチン分子におけるミオシン結合部位は覆われた状態にあるので、ミオシン頭部はアクチンフィラメントとは結合できず筋収縮は起こらない。しかし、運動ニューロンからの刺激を受けて筋細胞が興奮すると、 から  $\text{Ca}^{2+}$  が放出されて筋原繊維周辺の  $\text{Ca}^{2+}$  濃度が上昇し、ミオシン頭部がアクチンフィラメントに結合して収縮が起こる。その後、 $\text{Ca}^{2+}$  は能動輸送によって  に取り込まれ、アクチン分子のミオシン結合部位が再び覆われた状態に戻るにより、筋は弛緩する。

問 6  に入る語を、解答欄お) に記せ。

問 7 下線部③の過程におけるトロポニンの役割を、つぎの用語をすべて用いて 75 字以内で記せ。ただし、「 $\text{Ca}^{2+}$ 」は解答欄 2 マスを用いよ。

用語： トロポミオシン  $\text{Ca}^{2+}$

問 8 筋の収縮のためのエネルギー源は ATP であるが、筋肉には、激しい運動のときに呼吸や解糖よりもすばやく ATP を供給できる別の物質が蓄えられている。この物質の名称を解答欄 iii) に記せ。また、この物質を用いて ATP が合成される反応を解答欄 iv) に 75 字以内で記せ。ただし、アルファベットの場合も、1 字につき解答欄 1 マスを用いよ。



問 9 つぎの図 1 は、筋の弛緩時における筋節の状態を模式的に表したものである。図 1 に対して、筋の収縮時における筋節の状態を表す模式図としてもっとも適切なものを、つぎのア) ~ エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

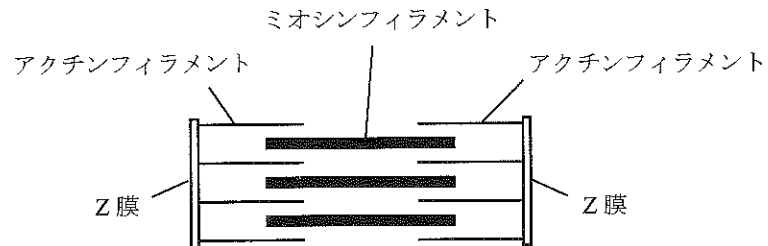


図 1 筋の弛緩時における筋節

- ア)
- イ)
- ウ)
- エ)



Ⅲ つぎの A ～ C の文を読んで、問 1 ～ 7 に答えよ。

A 動物の中には、資源を確保するためにテリトリーを維持するものがある。このような動物は、広いテリトリーを維持することでより多くの餌を確保できるが、その探索能力には限りがあるため、単位面積あたりの餌獲得効率は低下する。一方、広いテリトリーほどその維持に、より多くの労力がかかり、単位面積あたりのエネルギー消費量は増加する。

鳥類 P は、繁殖期にテリトリーを維持する。野外調査の結果にもとづき、鳥類 P が得た餌の総重量からエネルギー摂取量を算出したところ、テリトリーの広さによって単位面積あたりのエネルギー摂取量に変化していた（表 1）。また、テリトリーの維持にかかる労力をエネルギー消費量に換算した値も、テリトリーの面積に応じて変化していた（表 1）。

表 1 テリトリーを維持する鳥類 P のエネルギー摂取量とエネルギー消費量

	テリトリーの面積 (km <sup>2</sup> )				
	1	2	3	4	5
1 km <sup>2</sup> あたりの エネルギー摂取量	100	90	80	70	60
1 km <sup>2</sup> あたりの エネルギー消費量	10	14	17	20	22

エネルギーの値は、1 km<sup>2</sup>のテリトリーをもつ鳥類 P の 1 km<sup>2</sup>あたりのエネルギー摂取量を 100 とした場合の相対値である。

問 1 表 1 から鳥類 P のテリトリーの最適な面積は何 km<sup>2</sup>と推定されるか。もっとも適切な値を、つぎのア) ～ オ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

ア) 1 km<sup>2</sup>    イ) 2 km<sup>2</sup>    ウ) 3 km<sup>2</sup>    エ) 4 km<sup>2</sup>    オ) 5 km<sup>2</sup>

問 2 鳥類 P の個体群密度が増加した場合に、表 1 に示したテリトリーの面積とエネルギー消費量の関係は、どのように変化すると考えられるか。もっとも適切なものを、図 1 のア) ~ エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

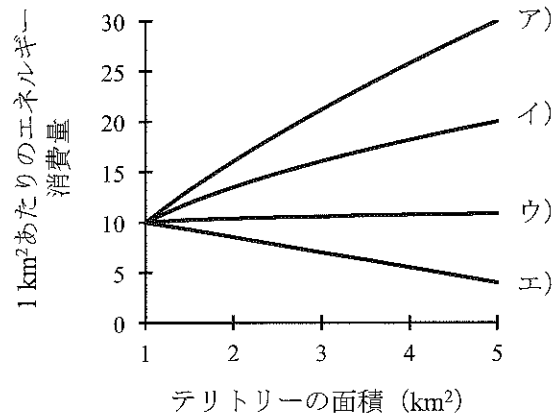


図 1 想定されるテリトリーの面積とエネルギー消費量の関係

エネルギーの値は、表 1 で 1 km<sup>2</sup> のテリトリーをもつ鳥類 P の 1 km<sup>2</sup> あたりのエネルギー摂取量を 100 とした場合の相対値である。

問 3 一般に、テリトリーを作らない動物種に比べ、テリトリーを作る動物種に観察されやすい特徴を、つぎのア) ~ エ) からすべて選び、記号で答えよ。

- ア) 繁殖個体が一様分布しやすい。
- イ) 餌資源を早く消費しやすい。
- ウ) 繁殖個体の数が増えにくい。
- エ) 環境収容力が変化しやすい。

B 資源競争は種内だけでなく異種間にも生じ、 の類似度が高いほど競争は激しくなる。競争に弱い種は、資源が十分利用できず絶滅する場合もあり、この現象は  と呼ばれる。 の生じやすさは、捕食者の影響を受けることもある。例えば、競争に強い種だけが捕食され、競争に弱い種が捕食されない場合には  が生じにくい<sup>①</sup>。また、台風や山火事などの  が  を抑制する場合もある。そのため、中規模な  が見られる場所では、多くの種が共存している場合が多い。一方、 な  が見られる場所では、 に強い少数の生物しか生存できず、共存できる種数が減少する。

問 4  ～  に入る適切な用語を、つぎのア) ～ ナ) から1つずつ選び、解答欄あ) ～ え) に記号で答えよ。

- |          |        |         |         |          |
|----------|--------|---------|---------|----------|
| ア) カースト制 | イ) かく乱 | ウ) 求心性  | エ) 共進化  | オ) 競争的排除 |
| カ) 空間的加重 | キ) 孤立化 | ク) すみわけ | ケ) 生殖隔離 | コ) 前庭    |
| サ) 抽だい   | シ) 中立的 | ス) 適応放散 | セ) ニッチ  | ソ) 分断化   |
| タ) 誘導    | チ) 齢構成 | ツ) 連鎖   | テ) 不変   | ト) 小規模   |
| ナ) 大規模   |        |         |         |          |

問 5 下線部①で、競争に弱い種が、競争に強い種の捕食者から受ける影響を何とよぶか、記せ。

C 同じ地域に生息する昆虫 X, Y, Z 間の相互作用を調べるため、飼育実験を行った。実験開始時に1つの飼育容器に入れる昆虫の組み合わせを変え、つぎの4種類の飼育条件を用意した。

- 条件1 昆虫 X を 10 匹入れる。
- 条件2 昆虫 Y を 10 匹入れる。
- 条件3 昆虫 X を 10 匹, 昆虫 Y を 10 匹入れる。
- 条件4 昆虫 X を 10 匹, 昆虫 Y を 10 匹, 昆虫 Z を 10 匹入れる。

いずれの条件でも、同じサイズの飼育容器を用い、同じ量の穀類を毎週補充した。その結果、個体数は図 2 ～ 4 のように変化した。

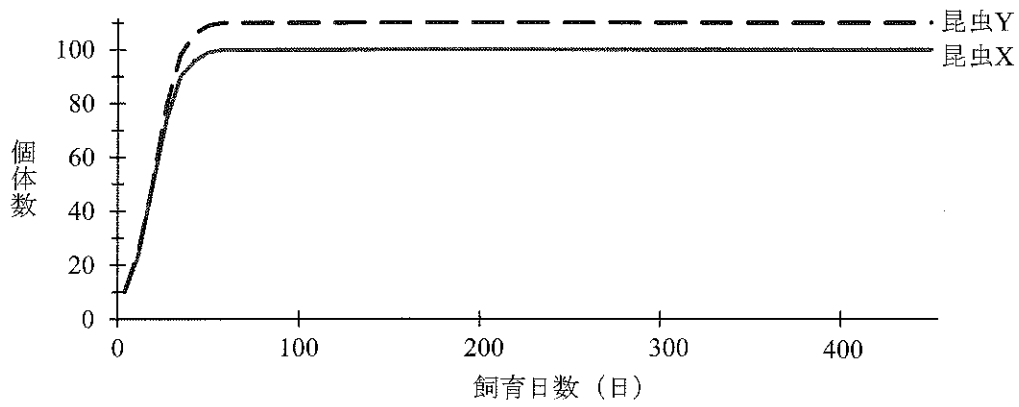


図2 条件1と2における個体数の変化

実線は条件1の昆虫Xを，破線は条件2の昆虫Yを示す。

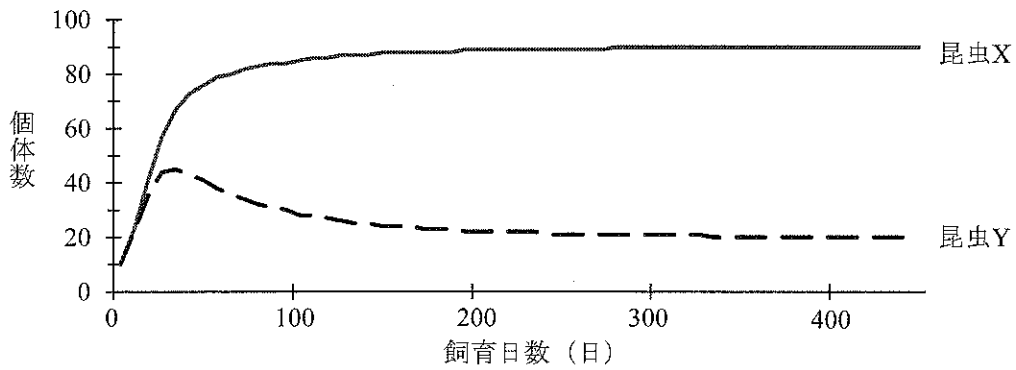


図3 条件3における個体数の変化

実線は昆虫Xを，破線は昆虫Yを示す。

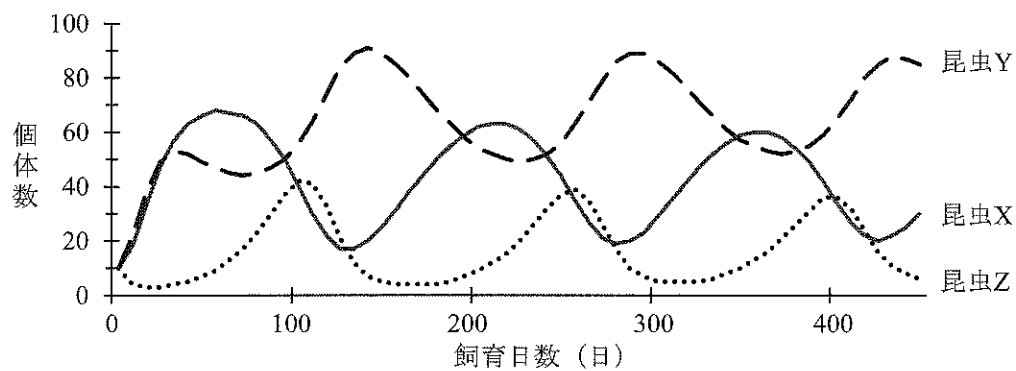


図4 条件4における個体数の変化

実線は昆虫X，破線は昆虫Y，点線は昆虫Zを示す。

問 6 昆虫 X, Y, Z のうち, 1 種は肉食性であり, 他の 2 種は草食性である。この肉食性の昆虫は, 草食性の昆虫のどちらかを捕食する。どの昆虫がどの昆虫を捕食するか。図 2 ~ 4 から考えてもっとも適切なものを, つぎのア) ~ カ) から 1 つ選び, 記号で答えよ。

- ア) 昆虫 X が, 昆虫 Y を捕食する。
- イ) 昆虫 X が, 昆虫 Z を捕食する。
- ウ) 昆虫 Y が, 昆虫 X を捕食する。
- エ) 昆虫 Y が, 昆虫 Z を捕食する。
- オ) 昆虫 Z が, 昆虫 X を捕食する。
- カ) 昆虫 Z が, 昆虫 Y を捕食する。

問 7 飼育実験中に観察された昆虫 Y の最大個体数は, 条件 2 では 110 匹 (図 2), 条件 3 では 45 匹 (図 3), 条件 4 では 91 匹 (図 4) だった。昆虫 X や Z との相互作用の種類や有無が, 昆虫 Y の最大個体数の差異に与えた影響を, 125 字以内で記せ。ただし, アルファベットの場合も, 1 字につき解答欄 1 マスを用いよ。





IV つぎの A と B の文を読んで、問 1 ～ 9 に答えよ。

A 被子植物の有性生殖では、花においてめしべの基部にある胚珠の中で大きい配偶子（大配偶子）と小さい配偶子（小配偶子）<sup>①</sup>が接合する。接合子は細胞分裂をくり返して胚を形成し、胚の周り<sup>②</sup>の組織が発達して種子がつくられる。種子は条件が整うと発芽し、成長を開始する。一方、被子植物の無性生殖では、生殖細胞によらずに、植物体の一部が成長して新しい個体が生じることがある。<sup>③</sup>

問 1 被子植物の有性生殖に関連したつぎの 1) ～ 3) に答えよ。

- 1) 下線部①を構成する「めしべ」、「おしべ」、「花弁」、および「がく」は、植物の基本的な 3 つの器官のうちの 1 つと相同である。その器官の名称を解答欄 i) に記せ。
- 2) 下線部②の名称を解答欄 ii) に記せ。また、花粉母細胞から下線部②が形成されるまでに起こる細胞分裂の回数を、解答欄 iii) に記せ。
- 3) 種皮は親植物の胚珠のどの部分に由来するか。その部分の名称を解答欄 iv) に記せ。

問 2 被子植物において、発芽後の植物体の成長に不可欠な 2 つの分裂組織の名称を記せ。

問 3 下線部③の様式を何とよぶか、解答欄 v) に記せ。また、生活環の中で茎の一部が成長して新しい個体が生じる植物を、つぎのア) ～ オ) からすべて選び、解答欄 vi) に記号で答えよ。

ア) オランダイチゴ    イ) バラ    ウ) ジャガイモ    エ) エンジン    オ) ヒマワリ

B 植物では、有用な形質をもつ個体を短期間でふやす方法として、昔から挿し木や接ぎ木などが利用されてきた。現在では、切り出した組織を人為的に培地で培養して個体をふやす方法も用いられる。

実験 1 ある植物体から図 1 の葉イ) を採取し、その表面を殺菌した後、葉の中央を通る太い葉脈（主脈）がない部分から切片を切り出した。糖、無機塩類およびビタミンを含む基本培地に、植物ホルモン X、または植物ホルモン Y が  $1 \text{ mg/mL}$  の濃度で含まれる水溶液をそれぞれ適量加えて、表 1 のような植物ホルモン X と Y の濃度の組み合わせで 25 種類の培地をつくり、それぞれに 20 個の切片を植え込んだ。それらを  $25^\circ\text{C}$  暗所の条件で 14 日間、無菌的に培養したところ、葉の細胞が分裂して あ とよばれる未分化な細胞のか

たまりが形成された。さらに、10日間培養すると、いくつかの培地では あ の表面に植物体の芽に似た小さな組織（不定芽）が形成された（表1）。不定芽を新たな培地に植え込み、毎日12時間連続で光を与えて培養し続けると、発根した小さな植物体が生じ、やがて完全な植物体が再生した。

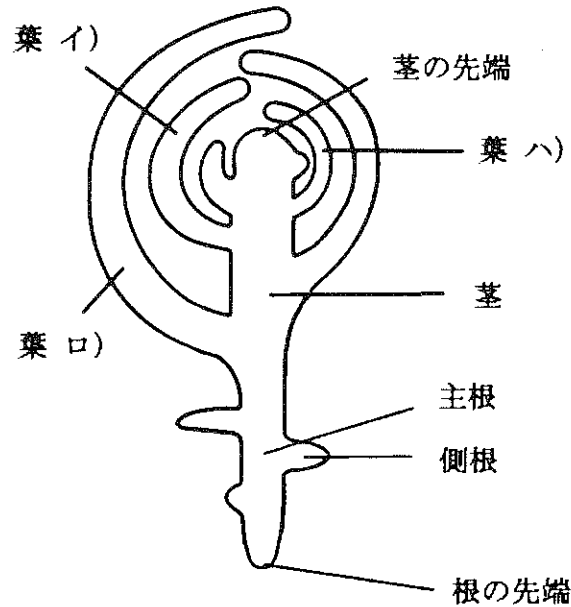


図1 実験に用いた植物体の模式図

表1 葉イ)の切片における不定芽形成率

		植物ホルモンYの濃度 (mg/L)				
		0	0.02	0.1	0.5	2.5
植物ホルモンXの濃度 (mg/L)	0	0	0	0	0	0
	0.2	0	0	10	45	10
	1	0	10	15	80	15
	5	0	0	70	90	65
	25	0	0	0	20	0

太線内のマス目の数字は、不定芽を形成した切片の割合（不定芽形成率：％）である。

問 4 基本培地に下線部④の物質を加える理由を、75 字以内で記せ。

問 5 植物ホルモンXは、光屈性に関与しており、極性移動する。このとき、植物ホルモンYの名称としてもっとも適切なものを、つぎの語群から1つ選び、解答欄 vii) に記せ。

また、Yの働きとしてもっとも適切なものを、つぎのア)～エ)から1つ選び、解答欄 viii) に記号で答えよ。

語群： ジベレリン    オーキシシン    サイトカイニン    エチレン    アブシシン酸

ア) 果実の成熟促進，落葉や落果の促進

イ) 種子の休眠，気孔の閉鎖

ウ) 種子の発芽促進，子房の肥大促進

エ) 細胞分裂の促進，老化の抑制

問 6 実験1の文中の  の名称を記せ。

問 7 表1の結果にもとづき、不定芽形成率をもっとも高くできる培地を200 mLつくる場合、下線部⑤の水溶液はそれぞれ何 mL 必要か。植物ホルモンXが含まれている水溶液については解答欄 ix) に、植物ホルモンYが含まれている水溶液については解答欄 x) に、それぞれ記せ。ただし、数値は四捨五入して小数第一位まで記せ。

問 8 実験1のように、分化した器官の細胞から完全な植物体を形成することができる能力を何とよぶか、名称を記せ。

実験 2 実験 1 と同じ植物体から、図 1 の異なる位置にある葉イ) ~ 葉ハ) を採取し、主脈がない部分から切片を 30 個ずつ切り出した。それらを実験 1 の結果から得られた最適な濃度の植物ホルモン X と Y を含む培地に植え込んで、実験 1 と同様に、24 日間培養した。その結果、不定芽形成率は表 2 のようになった。

表 2 異なる位置にある葉からの不定芽形成率

試料	不定芽形成率 (%)
葉イ)	90
葉ロ)	40
葉ハ)	100

問 9 図 1 および表 2 から、葉に分化してからの時間と不定芽形成率の関係についてわかることを、50 字以内で記せ。