

## 令和8年度入学試験問題(後期)

# 理 科(生 物)

### 【注 意 事 項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 本冊子には、**①**から**③**までの3問題が印刷されていて、合計14ページある。  
落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 解答の字数を指定している場合、句読点も一文字分に数える。
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名および受験番号を記入すること。
7. **①**から**③**のすべての問題に解答すること。
8. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
9. 配付された問題冊子は、持ち帰ること。

1 次の文章を読み、問1と2に答えよ。

淡水の湖沼に生息する巻貝の一種、ヨーロッパモノアラガイは多くの場合、右巻きの殻や軟体組織をもつ。しかし一部の地域では、大多数の右巻きの個体に混じって、左巻きの個体も共存しており、同一の個体群に巻きの向き<sup>A</sup>の二型が存在しうることが知られている。ヨーロッパモノアラガイにおいて、巻きの向きは単一の座位にある二つの対立遺伝子(アレル)によって決定され、右巻きを規定する対立遺伝子  $D$  は左巻きを規定する対立遺伝子  $d$  に対して<sup>B</sup>顕性の関係にある。ただし、それぞれの個体の巻きの向きの決定は、個体自身の遺伝子型ではなく、卵<sup>C</sup>を提供する個体(母親)の遺伝子型によって決定されることが確かめられている。このような遺伝様式は遅滞遺伝と呼ばれ、ヨーロッパモノアラガイでは母性効果遺伝子(母性因子)によって引き起こされる(図1)。

なお、ヨーロッパモノアラガイは雌雄同体であり、通常は交配の際に相手に精子を渡すと同時に、相手からも精子を受け取り受精ののちに産卵する。本問であつかう個体は自家受精によって子孫を残すことはできず、個体間の交配のみによって繁殖すると仮定する。また、同じ巻きの個体間、右巻きと左巻きの個体間のいずれの交配においても、繁殖成功率に差はないものとする。

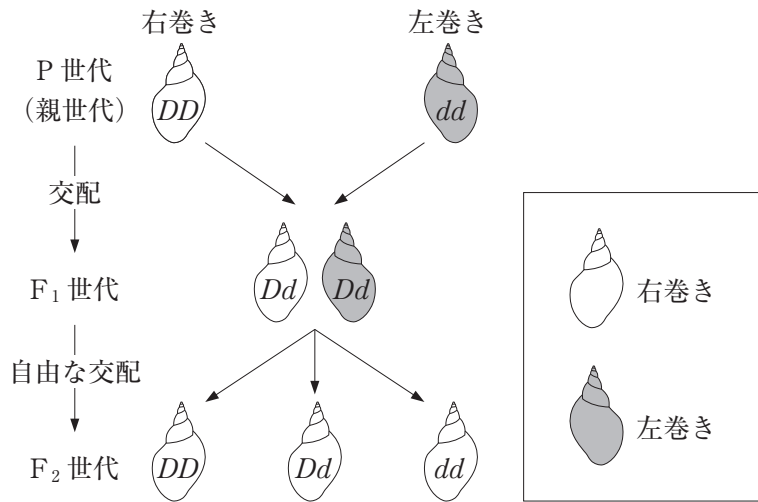


図1. ヨーロッパモノアラガイの遺伝子型および表現型の遺伝の一例

問 1 冒頭の文章を読み、下線部Aに関連して、以下の設問(a)~(c)に答えよ。

- (a) ヨーロッパモノアラガイのある野生個体群における右巻きと左巻きの表現型を示す個体の割合が、それぞれ 96.0%と 4.0%であったとする。このとき、この個体群において予測される対立遺伝子  $D$  と  $d$  の頻度を、四捨五入して小数第二位まで答えよ。なお、本問にある野生個体群では、ハーディ・ワインベルグの法則が成立していると仮定する。
- (b) 仮に左巻きの個体の適応度が、右巻きの個体よりも何らかの理由で低かった場合、左巻きを規定する対立遺伝子  $d$  の個体群における頻度は、自然選択の結果として世代を重ねるごとに減少していく可能性が高い。一方で、左巻きの個体が個体群内にほとんど見られなくなったとしても、対立遺伝子  $d$  は子孫の個体群にも長く存在し続けると予想される。以下の文章はこの理由を述べたものである。文章の空欄( ① )~( ⑤ )に当てはまる語句として最も適切なものを、下の選択肢ア~シからそれぞれ1つ選べ。同じ語句を繰り返し使用してもよい。

左巻きを規定する対立遺伝子  $d$  は、右巻きを規定する対立遺伝子  $D$  に対して( ① )であるため、ヘテロ接合  $Dd$  である個体の子孫は( ② )となり、( ③ )である右巻きの個体と( ④ )に差がなくなる。したがって、対立遺伝子  $d$  は( ⑤ )の遺伝子型を取って長期にわたって次世代に受け継がれていくと考えられる。

ア：顕性,	イ：潜性,	ウ：右巻き,
エ：左巻き,	オ：対立遺伝子 $D$ ,	カ：対立遺伝子 $d$ ,
キ：ホモ接合 $DD$ ,	ク：ホモ接合 $dd$ ,	ケ：ヘテロ接合 $Dd$ ,
コ：適応度,	サ：突然変異,	シ：遅滞遺伝

- (c) 左巻きと右巻きの個体間に適応度の違いがなくとも、対立遺伝子  $D$  および  $d$  の頻度は世代と共に増減しうる。このような偶然による遺伝子頻度の世代をまたいだ変動を示す用語を答えよ。また、偶然による進化に対して個体群のサイズが与える影響についても 40 字以内で記述せよ。なおここでは、個体群のサイズを、同一の個体群を構成する個体の数と読み換えてもよいこととする。

問 2 冒頭の文章を読み、下線部 B と C に関連して、以下の設問(a)~(c)に答えよ。

- (a) 図 1 に示すように、右巻きの表現型を示すホモ接合  $DD$  の個体と左巻きの表現型を示すホモ接合  $dd$  の個体との間で交配実験を行った場合、 $F_1$  世代に現れる個体の表現型に関する記述として最も正しいものを、下の選択肢ア~エから 1 つ選べ。

ア. ヨーロッパモノアラガイに巻きの向きの二型があることから、ヨーロッパモノアラガイでは左巻きを規定する突然変異が生じやすく、 $F_1$  世代の一部にも突然変異による巻きの二型が生じる。

イ.  $F_1$  世代の遺伝子型はすべての個体においてヘテロ接合  $Dd$  であるため、 $F_1$  世代に卵を提供する個体(母親)の遺伝子型に関係なく、 $F_1$  世代では右巻きと左巻きの個体が 1 : 1 の割合で出現する。

ウ. ヨーロッパモノアラガイは雌雄同体であり、 $F_1$  世代の半数がホモ接合  $DD$  の卵に、もう半数がホモ接合  $dd$  の卵に由来する個体であるため、 $F_1$  世代では右巻きと左巻きの個体が 1 : 1 の割合で出現する。

エ. P 世代(親世代)の右巻きの個体の卵と精子、および P 世代の左巻きの個体の精子に由来する  $F_1$  世代の個体は右巻きとなるため、結果として  $F_1$  世代の 4 分の 1 の個体が左巻きの表現型を示す。

- (b) 図2に示すように、図1と同じ手順で作成したF<sub>2</sub>世代の個体間で自由に交配(ランダム交配)を行い、F<sub>3</sub>世代を新たに作成したとき、F<sub>3</sub>世代において予測される各遺伝子型、および各表現型の割合を求めよ。ただし、遺伝子型の比( $DD : Dd : dd$ )、および表現型の比(右巻き : 左巻き)の値として最小の整数で答えよ。存在しない場合には0と記述せよ。なお、F<sub>2</sub>世代に現れる各遺伝子型の個体の割合は正確に $DD : Dd : dd = 1 : 2 : 1$ であるとし、F<sub>2</sub>世代の各個体の適応度に差はないと仮定する。また、F<sub>2</sub>世代とF<sub>3</sub>世代の間には、ハーディ・ワインベルグの法則が成立していると考えてよい。

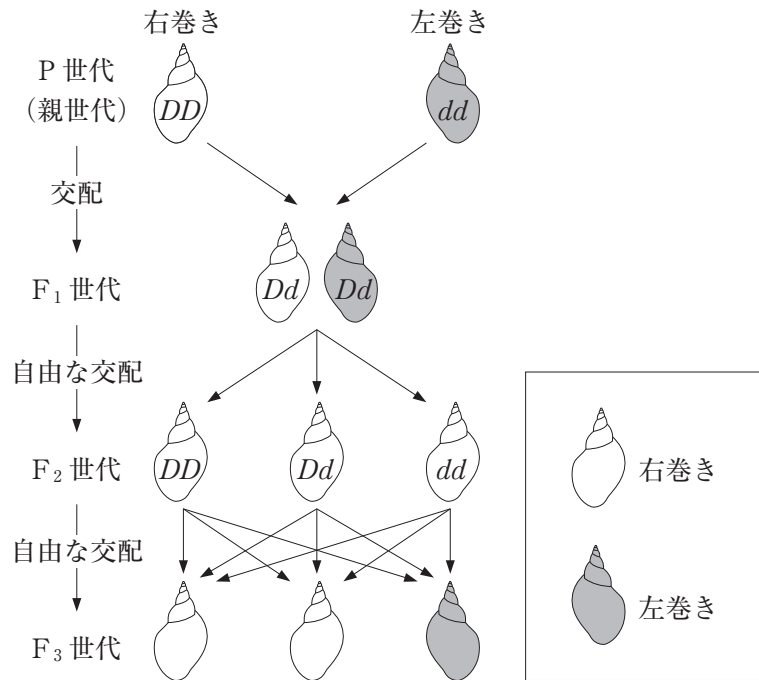


図2. F<sub>2</sub>世代の個体間で自由に交配を行い、F<sub>3</sub>世代を作成した実験の概要

(c) 設問(b)における実験(図2)で得られたF<sub>3</sub>世代に関する以下の文章の空欄(⑥)~(⑩)に当てはまる語句や数字として適切なものを、下の選択肢ア~シからすべて選べ。同じ語句や数字を繰り返し使用してもよい。なお、対立遺伝子や遺伝子型の比の値として、存在しない場合には0と表記するものとする。設問(b)における実験(図2)と同様に、F<sub>2</sub>世代に現れる各遺伝子型の個体の割合は正確に $DD : Dd : dd = 1 : 2 : 1$ であるとし、F<sub>2</sub>世代の各個体の適応度に差はないと仮定する。また、F<sub>2</sub>世代とF<sub>3</sub>世代の間には、ハーディ・ワインベルグの法則が成立していると考えてよい。

設問(b)における実験(図2)において、F<sub>3</sub>世代には左巻きの個体が出現する。それぞれの個体の巻きの向きの決定は、卵を提供する個体(母親)の遺伝子型によって決定されるため、F<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体に卵を提供する個体(母親)の遺伝子型は(⑥)であると導き出せる。一方、F<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体に精子を提供する個体(父親)の遺伝子型は(⑦)を想定できる。すなわち、F<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体の父親の配偶子に含まれる対立遺伝子の比は $D : d =$ (⑧):(⑨)であると予測される。結果としてF<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体のもつ遺伝子型の比は、 $DD : Dd : dd =$ (⑩)となると考えられる。

ア： $DD$ ,	イ： $dd$ ,	ウ： $Dd$ ,
エ： $D$ ,	オ： $d$ ,	カ：0,
キ：1,	ク：2,	ケ：3,
コ： $1 : 2 : 1$ ,	サ： $0 : 1 : 1$ ,	シ： $0 : 0 : 1$

2 次の文章を読み、問1～4に答えよ。

乳製品の製造には( ① )発酵が利用されている。( ① )発酵の過程では、家畜の乳に含まれる乳糖(ラクトース： $C_{12}H_{12}O_{11}$ )が $\beta$ -ガラクトシダーゼによりグルコース( $C_6H_{12}O_6$ )とガラクトース( $C_6H_{12}O_6$ )\*<sup>1</sup>に加水分解され、解糖系を経てピルビン酸へと異化される。この過程でニコチンアミドアデニンジヌクレオチドの還元型(NADH： $C_{21}H_{28}N_7O_{14}P_2$ )が生じる。ピルビン酸はさらにNADHを結合した酵素によって還元され、( ① )が生成する。( ① )発酵の進行とともに凝乳酵素を加えると、乳に含まれるタンパク質の凝固(凝乳)が促進され、固形分が得られる。この固形分を加工・熟成したものはチーズとして消費されている。

酵素は( ② )としてのほたらきをおこなうタンパク質である。タンパク質はアミノ酸がペプチド結合によって多数連結したポリペプチドである。ポリペプチドの形成過程では1分子の( ③ )が外れる反応を経て形成されるペプチド結合を介して、アミノ酸どうしがつながる反応が繰り返される。タンパク質は、それぞれのアミノ酸配列にもとづいて特定の立体構造を形成し、それぞれの機能を発揮する。立体構造の形成には、ポリペプチド鎖の $-CO-$ と $-NH-$ の間での水素結合によってつくられる( ④ )構造や( ⑤ )構造、さらにはポリペプチド鎖を構成するアミノ酸の側鎖間の化学結合が関わる。

凝乳酵素には仔ウシの第四胃から抽出されるタンパク質分解酵素の一種であるキモシンが用いられていたが、現代では遺伝子組換え技術を用いて組換えキモシン(または組換えプロキモシン)\*<sup>2</sup>が製造されている。

\*<sup>1</sup> グルコースの構造異性体であり、多くの乳酸菌ではリン酸化、異性化の過程を経て、解糖系で代謝される。

\*<sup>2</sup> キモシンは、アミノ基側の末端に、数アミノ酸からなるプロ配列とよばれるペプチドが付加されたプロキモシンとして細胞内で生産される。プロキシモシンのプロ配列は、酸性条件で自己消化、または宿主に用いられる微生物の機能により消化され、キモシンとして酵素活性を発揮する。

問 1 文章中の空欄( ① )～( ⑤ )に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問 2 1分子の乳糖から何分子の( ① )が得られるか、答えよ。ただし、ガラクトースはリン酸化を受けた後、解糖系で代謝されるとする。

問 3 ピルビン酸の還元に関わる NADH を結合した酵素を含む 50 mM リン酸緩衝液(pH 7.2)を、セロハン<sup>\*3</sup>(ここでは分子量が 3,000 以上の溶質は通さない性質をもつもの)に密封した後、50 mM リン酸緩衝液(pH 7.2)に浸した。その結果、セロハン内液のピルビン酸を還元するはたらきが低下した。しかし、セロハン内液に、セロハン外液の濃縮物を混合すると、ピルビン酸を還元するはたらきが回復した。この理由を 30 字以内で答えよ。なお原子量は H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, P = 31 とする。

<sup>\*3</sup> 溶媒および溶質の一部を通すが他の溶質は通さない性質をもつ半透膜の 1 種。

問 4 下記の文章と図 1 は、組換えプロキモシンを生産するプラスミドを導入した大腸菌の作製概要を説明したものである。下線部 A～D に関する設問(a)～(e)に答えよ。

まず、仔ウシ第四胃の抽出物から mRNA を調製する。次に、mRNA と相補的な cDNA を合成する。プロキモシン cDNA を標的としたポリメラーゼ連鎖反応により、二本鎖の cDNA を取得する。二本鎖 cDNA と、大腸菌で複製可能な機構をもつプラスミドをそれぞれ制限酵素で切断して互いの末端を加工し、DNA リガーゼを用いて連結することで、組換えプラスミドを作製することができる。大腸菌の RNA ポリメラーゼが結合するプロモーターとプロキモシン cDNA を連結することによって、組換えプラスミドを導入した大腸菌は、組換えプロキモシンを生産することができる。

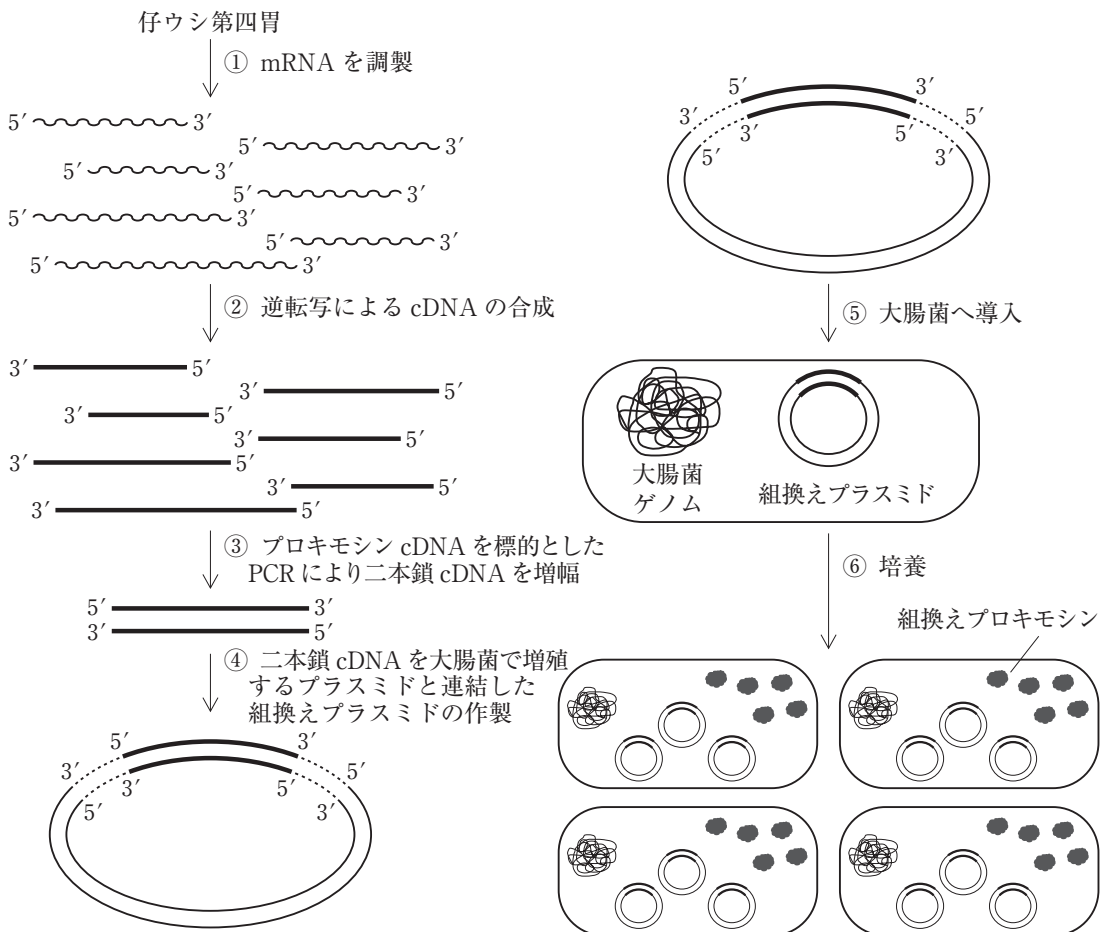


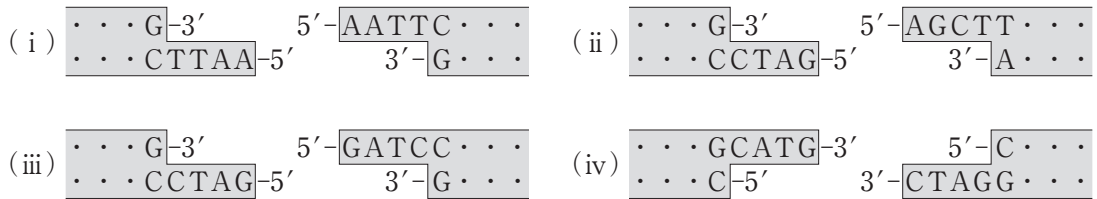
図 1. 仔ウシ由来プロキモシン遺伝子組換えプラスミドを導入した大腸菌の作製概要

(a) 下線部Aにおいて、DNAではなく mRNA を調製する理由を 40 字以内で説明せよ。

(b) 下線部Bの制限酵素とは、特定の塩基配列部分で DNA を切断する酵素である。以下の配列を認識する制限酵素を用いて、約 250 万塩基対からなるある乳酸菌の DNA を切断したとき、いくつの断片が生じるか、有効数字二桁で答えよ。ただし、乳酸菌の塩基配列はランダムであると仮定する。

. . . . . AAGCTT . . . . .  
 . . . . . TTCGAA . . . . .

(c) 下線部Cの DNA リガーゼにより連結が可能な DNA 末端の組合せを下の選択肢 (i) ~ (iv) からすべて選べ。



(d)  $1.0 \times 10^9$  個の大腸菌に対して組換えプラスミドの導入操作を行った結果、組換えプラスミドが導入された大腸菌が得られた割合(形質転換頻度)は  $2.0 \times 10^{-5}$  であった。組換えプラスミドが導入された大腸菌の数はいくつか、有効数字二桁で答えよ。

(e) (d)のように、大腸菌に組換えプラスミドが導入される頻度は低い。そのため、組換えプラスミドの導入操作を行ったあとには、組換えプラスミドが導入された大腸菌と、導入されていない大腸菌が混合している。これらの混合集団の中から、組換えプラスミドが導入され、かつ安定に保持されている大腸菌を選抜する方法を 80 字以内で述べよ。

3 次の文章を読み、問1～4に答えよ。

多くの植物の種子は、成熟後しばらくの間は、代謝活性を低下させて成長を休止する。この状態を( ① )と呼ぶ。一定期間の( ① )を経ると、植物ホルモンである( ② )の作用によって、休眠が解除され発芽する。その後発芽した植物は、地上では茎を伸ばして葉を茂らせ<sup>A</sup>、地下では根を伸ばして成長していく。<sup>B</sup>多くの植物は、ある時点までは葉を茂らせて栄養成長を行うが、ある時期が来ると季節の変化などの要因によって、生殖成長に切り替わり花芽が形成される。<sup>C</sup>多くの植物では日長を感知して花芽を形成し、この日長に対する反応の違いにより長日植物と短日植物に分けられる。この植物が日長に反応する性質を( ③ )という。花芽が形成されると、自家受粉や他家受粉を経て、重複受精が起こり、種子が形成される。特に重複受精後、胚乳核を含む細胞(胚乳細胞)は胚乳、( ④ )は胚、( ⑤ )は種皮となり、種子が形成される。

問1 文章中の空欄( ① )～( ⑤ )に当てはまる語句を答えよ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

問2 下線部Aに関連して、オオムギの発芽について、( ② )の作用から発芽までの過程について80字以内で説明せよ。

問 3 下線部Bに関連して、次の設問(a)~(d)について答えよ。

- (a) 以下の文章は、細胞の成長を説明したものである。文章中の空欄( ⑥ )~( ⑩ )に当てはまる語句を下の選択肢ア~セから1つずつ選べ。なお、同じ番号は繰り返し使用されていることを示す。

植物ホルモンであるオーキシンがはたらくと、細胞内から細胞壁への水素イオン( $H^+$ )の放出が促進され、細胞壁に含まれる液が( ⑥ )する。その結果、細胞壁を構成している( ⑦ )繊維どうしのつながりを緩めるタンパク質が活性化され、細胞壁はやわらかくなる。細胞壁がやわらかくなると細胞壁を押し広げる力である( ⑧ )に抵抗する力が弱まり、( ⑨ )によって細胞が膨らみ成長する。特に、肥大成長の場合はエチレンの作用によって、( ⑦ )繊維が( ⑩ )方向に配列される。その後、オーキシンが作用することで細胞が横方向に膨らみ、肥大成長が起こる。

ア：ヘミセルロース,	イ：セルロース,	ウ：リグニン,
エ：ペクチン,	オ：酸性化,	カ：塩基性化,
キ：中性化,	ク：膨圧,	ケ：重力,
コ：吸水,	サ：脱水,	シ：弛緩,
ス：縦,	セ：横	

(b) 図1は重力に対する植物の反応を示している。植物の芽生えを暗所で水平に置いたとき、8時間後に茎は重力に対して負の屈性を示し、根は正の屈性を示す。これはオーキシンが重力方向へ極性移動することで、それぞれの器官で屈性が生じることを示している。根の屈曲において、芽生えを水平に置いたときにオーキシンが重力方向へ極性移動する仕組みを80字以内で説明せよ。

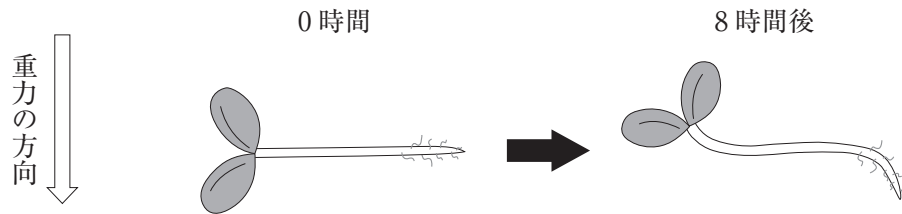


図1. 重力に対する植物の反応

(c) 図2はオーキシンによる各器官の成長調節を示している。図1のように茎と根が屈曲したときの各器官におけるオーキシン濃度(重力方向の下側の値)を、図2の選択肢ア～オから1つ選べ。

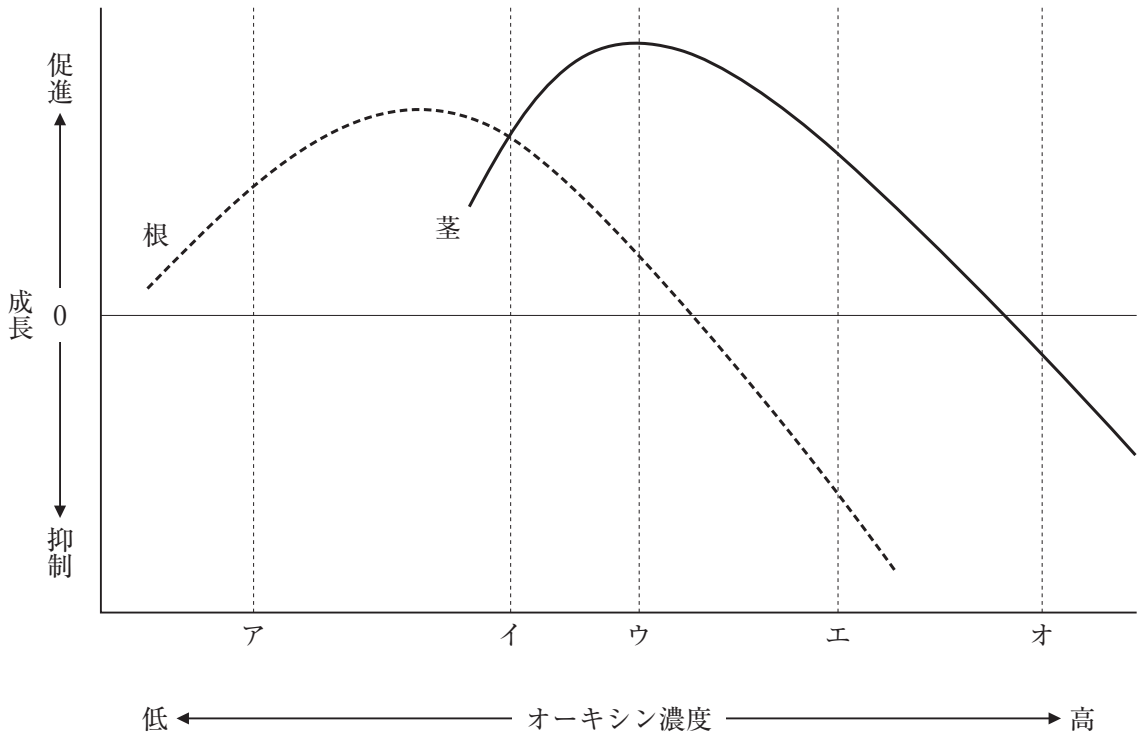


図2. オーキシン濃度と各器官の成長との関係

(d) オーキシンのはたらきに関する記述として正しいものを下の選択肢ア～オからすべて選べ。

- ア. 果柄の離層形成を促す。
- イ. 側芽の成長を抑制する。
- ウ. 果実の熟成を促進する。
- エ. 種なし果実の生成を促す。
- オ. 葉柄の離層形成を抑制する。

問 4 下線部Cに関連して，設問(a)～(c)に答えよ。

- (a) 日長を感知して花芽を形成する植物について，限界暗期が13時間の短日植物と限界暗期が10時間の長日植物に下の選択肢ア～ウのような明暗周期で光を照射したとき，花芽が形成されるのはどの場合か。それぞれの植物についてすべて記号で答えよ。

ア：16時間明期＋8時間暗期，

イ：10時間明期＋14時間暗期，

ウ：11時間明期＋13時間暗期(暗期開始4時間後に1時間光を照射する)

- (b) 花芽の形成は日長だけでなく，温度の影響を受けることもある。一定期間の低温によって花芽形成が誘導される現象は何と呼ばれるか答えよ。

- (c) 花芽形成について，下の選択肢ア～カから正しいものをすべて選べ。

ア. アサガオは，日長が短い条件で花芽形成が促進される。

イ. コムギは，日長が長い条件で花芽形成が促進される。

ウ. ダイズは，連続暗期が一定の時間より短い条件で花芽形成が促進される。

エ. オナモミは，短日処理を受けた葉で作られた花成ホルモンにより，花芽形成が促進される。

オ. 秋まきコムギやライムギは，発芽を始めた種子に一定期間の低温処理を行うことで花芽形成が促進される。

カ. キクは，長日処理で花芽形成が促進するため，それを利用して一部地域では切り花の周年生産が行われている。

令和8年度弘前大学一般選抜（後期日程）

## 問題訂正・補足説明紙

### 理 科 （ 生 物 ）

#### 【 注 意 事 項 】

1. 試験開始まで、この問題訂正・補足説明紙の中を見てはならない。
2. 「解答はじめ。」の指示の後に、問題訂正及び補足説明の内容を確認すること。
3. 配付された問題訂正・補足説明紙は、持ち帰ること。

補足説明：5 ページ 上から12～13行目

「F<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体に卵を提供する個体(母親)」は  
「F<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体の母親」という意味です。

補足説明：5 ページ 上から14行目

「F<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体に精子を提供する個体(父親)」  
は「F<sub>3</sub>世代に現れる左巻きの個体の父親(精子を提供する個体)」  
という意味です。

問題訂正：6 ページ 2 文章, 2 行目

誤) ラクトース： $C_{12}H_{12}O_{11}$

正) ラクトース： $C_{12}H_{22}O_{11}$

問題訂正：6 ページ 2 文章, 5 行目

誤) NADH： $C_{21}H_{28}N_7O_{14}P_2$

正) NADH： $C_{21}H_{29}N_7O_{14}P_2$

問題訂正：10 ページ **3** 文章，2 行目

誤) この状態を ( ① ) と呼ぶ。一定期間の ( ① ) を経ると，

正) この状態を ( 休眠 ) と呼ぶ。一定期間の ( 休眠 ) を経ると，

問題訂正：10 ページ **3** 問 1，1 行目

誤) 文章中の空欄 ( ① ) ～ ( ⑤ ) に当てはまる語句

正) 文章中の空欄 ( ② ) ～ ( ⑤ ) に当てはまる語句

注意：下図のように，**3** 問 1 の解答は解答用紙の②～⑤の枠内に記入すること。解答用紙の①の枠内には語句を記入しないこと。

① には解答を記入しない      ②～⑤に解答を記入する

①		②	
③		④	
⑤			

C-3 の解答用紙の **3** 問 1 の部分を抜粋した参考図