

※ 機械工学科を志願する場合は、理科の科目中「生物」の点数は採用されません。

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 体内環境と恒常性に関する次の文章Ⅰ・Ⅱを読み、以下の問いに答えよ。

Ⅰ 下記の図1は、ヒトの心臓を正面から見たときの模式図である。

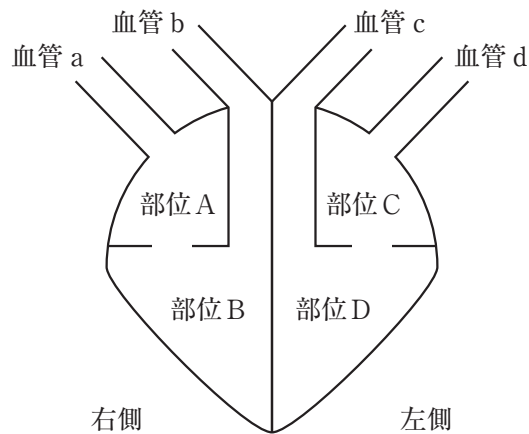


図1

問1 図1中の血管aおよび血管cの名称として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選べ。

血管a :

ア

血管c :

イ

① 心動脈 ② 肺動脈 ③ 大動脈 ④ 心静脈 ⑤ 肺静脈 ⑥ 大静脈

問2 肺循環では、血液は図1中の部位と血管を次の経路で循環する。

ウ

 ～

カ

 に当てはまる最も適当な記号を、下記の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

部位

ウ

 → 血管

エ

 → 肺 → 血管

オ

 → 部位

カ

① A ② B ③ C ④ D ⑤ a ⑥ b ⑦ c ⑧ d

問3 図1中の4つの部位の中で、心臓の拍動をコントロールするペースメーカーのような役割をする洞房結節がある部位として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

① 部位A ② 部位B ③ 部位C ④ 部位D

キ

Ⅱ 次の図2は、ヒトの血糖量調節に関わる器官とそれらの働きを示している。

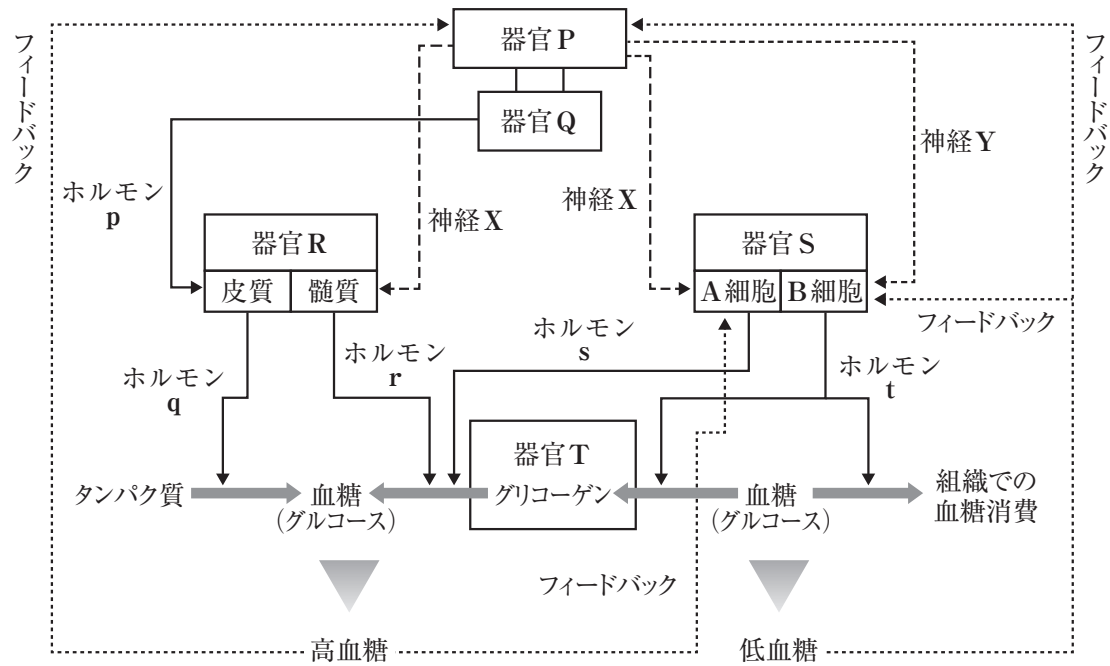


図2

問4 図2中の器官QおよびTの名称として最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

器官Q :

ク

 器官T :

ケ

- ① 大脳 ② 視床下部 ③ 中脳 ④ 脳下垂体 ⑤ 小脳
 ⑥ 心臓 ⑦ 腎臓 ⑧ 副腎 ⑨ 肝臓 ⑩ 膵臓ランゲルハンス島

問5 図2中の神経Yの名称として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

コ

- ① 感覚神経 ② 運動神経 ③ 中枢神経
 ④ 介在神経 ⑤ 交感神経 ⑥ 副交感神経

問6 図2中のホルモンq, r および t の名称として最も適当なものを, 次の①～⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

ホルモンq :	サ
ホルモンr :	シ
ホルモンt :	ス

- | | | | |
|------------|------------|----------|----------|
| ① 成長ホルモン | ② チロキシン | ③ オキシトシン | ④ パラトルモン |
| ⑤ 糖質コルチコイド | ⑥ 鉱質コルチコイド | ⑦ バソプレシン | ⑧ アドレナリン |
| ⑨ インスリン | ⑩ グルカゴン | | |

2 植物の環境応答に関する次の文章Ⅰ・Ⅱを読み、以下の問いに答えよ。

Ⅰ 植物は、^a環境の変化を感知し、形や性質を変化させる。このような植物の環境応答には、様々な ^b植物ホルモンが関わっている。植物の組織が昆虫によって食害を受けた場合に、食害に対する抵抗性の変化が引き起こされる。このような食害への応答における植物ホルモンの働きを調べるため、実験1と実験2を行い、考察した。

実験1 シロイヌナズナの野生型を3週間栽培した。その後、何も処理しない植物、植物ホルモンであるジャスモン酸で処理した植物および植物ホルモンであるエチレンで処理した植物を用意した。その翌日に、シロイヌナズナの食害昆虫であるアザミウマを各植物の葉の上に25個体ずつ均等に配置し、2日後に植物個体あたりの食害された葉の面積を計測したところ、図3に示す結果が得られた。

実験2 シロイヌナズナの野生型とジャスモン酸の受容体を欠く変異体Zを3週間栽培した。その後、図4のようにそれぞれの植物を配置し、中間地点に100個体のアザミウマを置いた。2日後（アザミウマが各植物の間を自由に行き来するのに十分な時間が経過した後）に各植物を観察したところ、アザミウマによる食害の面積は、野生型よりも変異体Zで大きいことが観察された。なお、実験は容器の中で行い、アザミウマは外には出なかった。

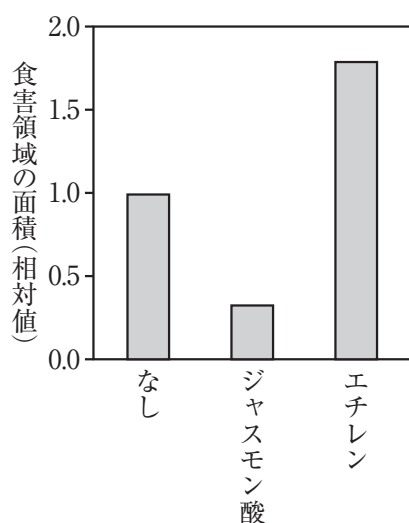


図3

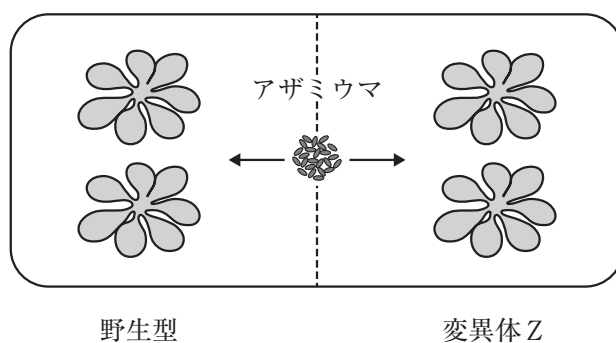


図4

考察 ジャスモン酸は、食害などの傷害を受けてつくられる植物ホルモンであることが知られている。したがって、野生型のシロイヌナズナでも、アザミウマの食害によりジャスモン酸がつけられると予想できる。つくられたジャスモン酸は、アザミウマによる更なる食害を i する応答を引き起こしていると考えられる。

エチレンは、アザミウマによる食害を ii する応答を引き起こしていないと考えられる。ジャスモン酸の受容体を欠いた変異体Zにジャスモン酸を与えた場合、食害は iii と予想される。

問1 考察中の i ～ iii に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選べ。

ア

	i	ii	iii
①	抑 制	抑 制	軽減する
②	抑 制	抑 制	軽減しない
③	抑 制	誘 導	軽減する
④	抑 制	誘 導	軽減しない
⑤	誘 導	抑 制	軽減する
⑥	誘 導	抑 制	軽減しない
⑦	誘 導	誘 導	軽減する
⑧	誘 導	誘 導	軽減しない

問2 文章Ⅰ中の下線部aに関連して、マメ科植物は、窒素固定を行わなくても窒素を十分に利用できるときには、それを感知して根粒の形成を抑えることが知られている。このことから、土壤に十分な量を与えたとき、根粒の形成を抑制しない物質またはその組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

イ

- ① アンモニウムイオン ② 亜硝酸イオン ③ 硝酸イオン ④ 窒素ガス
 ⑤ アンモニウムイオンと亜硝酸イオン ⑥ 硝酸イオンと窒素ガス

問3 文章Ⅰ中の下線部bに関連して、植物の一生と植物ホルモンの関する次の図5の中で、ウ
 ～オ に当てはまる語句として最も適当なものを、以下の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ
 選べ。

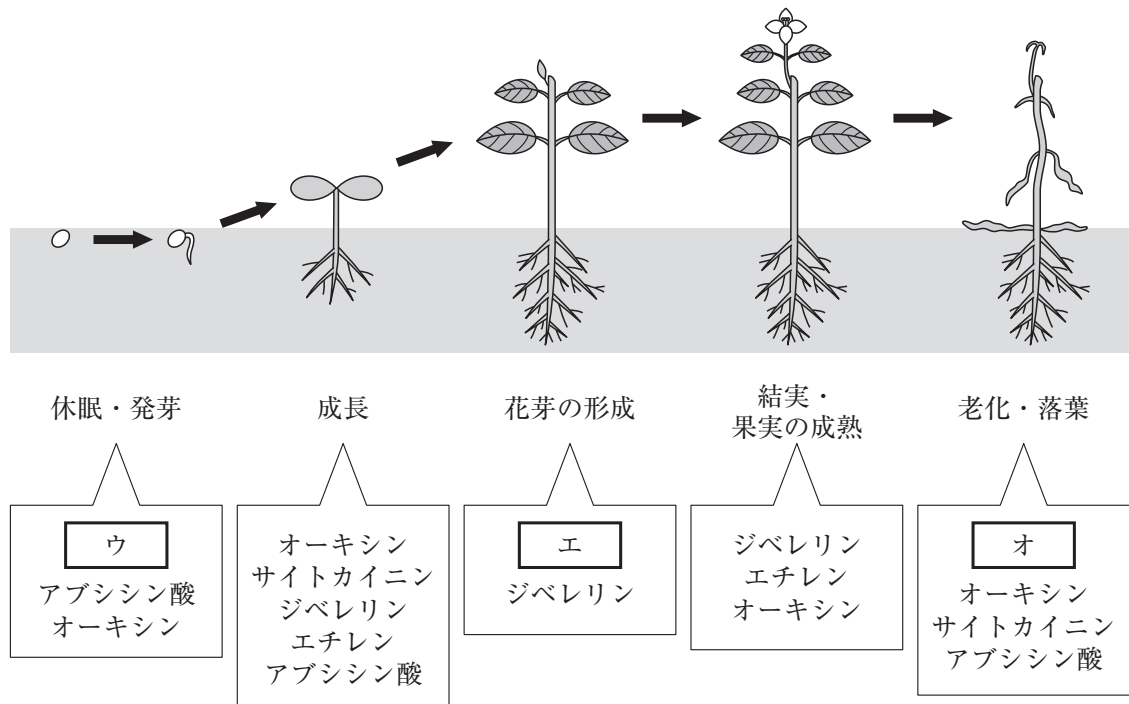


図5

- | | | |
|-----------|---------|----------|
| ① アブシシン酸 | ② エチレン | ③ オーキシシン |
| ④ サイトカイニン | ⑤ ジベレリン | ⑥ フロリゲン |

出典：2020年 大学入試センター試験 生物 追試験

Ⅱ 「被子植物の花では、A, B および C の三つのクラスの遺伝子の働きで、がく、花弁、おしべ、めしべの4つの器官が、それぞれ領域1, 2, 3, 4に形成される」という花器官のABCモデルを習ったカズさんとハナさんは、身近にある植物の花を観察することにした。

カズ：授業で習ったABCモデルは本当に全ての植物に当てはまるのか疑問なんだ。

ハナ：どういうことかな。

カズ：ほら、例えば、そもそも図6の左のようなチューリップには、がくがないようなんだ。

さらに、花弁が3枚セットで二重になっているように見えるんだ。

ハナ：本当だ。でも、チューリップでは **カ** と考えれば、ABCモデルで説明できないかな。

カズ：そうか、チューリップの花器官の構成はそれで説明できるね。

ところで、図6の右のようなスイレンの花を分解してみたら、がくと花弁の中間的な花器官や花弁とおしべの中間的な花器官が見られるんだ。これはどう考えたらいいかな。

ハナ：遺伝子の働きをちゃんと調べないと断定できないけど、スイレンの場合は **キ** と考えられないかしら。

カズ：なるほどね。僕もそれに賛成だよ。

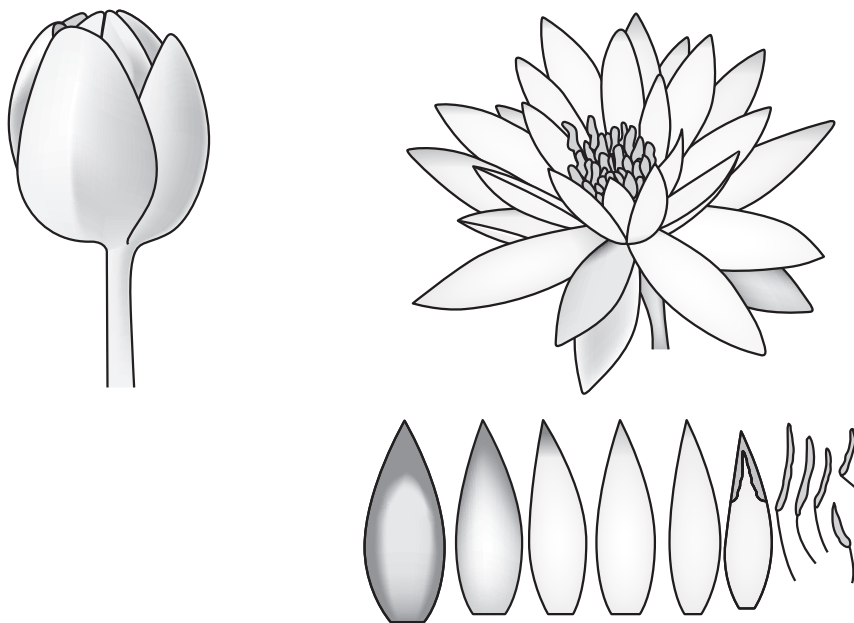


図6 チューリップ(左)とスイレン(右)の花。スイレンの下スケッチは、花を分解して、めしべ以外の花器官を外側から内側に並べたものである。

問4 A, BおよびCの各クラスの遺伝子の働きを考えて, 会話文中の カ に当てはまる記述として最も適当なものを, 次の①～⑥の中から一つ選べ。

- ① A遺伝子が, 領域3でも働いている。
- ② A遺伝子が, 領域4でも働いている。
- ③ B遺伝子が, 領域1でも働いている。
- ④ B遺伝子が, 領域4でも働いている。
- ⑤ C遺伝子が, 領域1でも働いている。
- ⑥ C遺伝子が, 領域2でも働いている。

問5 A, BおよびCの各クラスの遺伝子の働きを考えて, 会話文中の キ に当てはまる記述として最も適当なものを, 次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① A遺伝子が, 領域1で働かなくなっている。
- ② A遺伝子が, 領域2で働かなくなっている。
- ③ B遺伝子が, 領域2で働かなくなっている。
- ④ B遺伝子が, 領域3で働かなくなっている。
- ⑤ 領域の境界が, あいまいになっている。

出典：2017年 大学入試センター試験 第1回試行調査 生物

3 遺伝子の組合せの変化に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

同じ染色体上にある複数の遺伝子は、染色体の挙動に合わせて一緒に遺伝する。これを ア という。次の3組の対立遺伝子（アレル）について考える。キイロショウジョウバエにおいて、正常体色の遺伝子 B と黒体色の遺伝子 b 、赤眼の遺伝子 PR と紫眼の遺伝子 pr 、正常翅の遺伝子 VG と痕跡翅の遺伝子 vg は、それぞれ大文字で表される遺伝子が顕性であり、小文字で表される遺伝子が潜性である。これら3組のアレルは、顕性の遺伝子どうしと潜性の遺伝子どうしが、それぞれ ア している。

純系の正常体色、赤眼、正常翅の雌個体と純系の黒体色、紫眼、痕跡翅の雄個体を親（P）として交配すると、雑種第一代（F₁）はすべて I になる。このF₁の雌個体に純系の黒体色、紫眼、痕跡翅の雄個体を交配して次世代を得た。その結果、次世代では、表1に示すような形質の組み合わせの異なる個体を得られた。このように、多種類の個体を得られた理由は、これらの遺伝子間で染色体の イ が起こったためである。このように、染色体の イ によってアレル間の新しい ア が生じることを遺伝子の ウ という。各染色体の相同染色体間で イ が起こることによって遺伝子の ウ が起こり、配偶子の遺伝子の組み合わせは多様なものとなる。また、表1の結果をもとに、3種類の遺伝子について各遺伝子間の ウ 価を求め、遺伝子の相対的な位置を調べる方法を、エ という。この方法を用いて、各染色体における遺伝子の位置を調べ、その配列状態を示した図を、一般的に オ という。

表1

形質	個体数	形質	個体数
正常体色、赤眼、正常翅	162	正常体色、紫眼、正常翅	0
正常体色、赤眼、痕跡翅	26	正常体色、紫眼、痕跡翅	11
黒体色、赤眼、正常翅	13	黒体色、紫眼、正常翅	24
黒体色、赤眼、痕跡翅	0	黒体色、紫眼、痕跡翅	164

問1 文章中の ア ～ ウ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| ① 独立 | ② 重複 | ③ 連鎖 | ④ 同調 |
| ⑤ 交換 | ⑥ 組換え | ⑦ 入替え | ⑧ 乗換え |

問2 文章中の エ と オ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 検定交雑 | ② 3点交雑 | ③ 組換え交雑 |
| ④ 遺伝子地図 | ⑤ ゲノム地図 | ⑥ 染色体地図 |

問3 文章中の I に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選べ。

カ

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ① 黒体色, 紫眼, 痕跡翅 | ② 正常体色, 赤眼, 正常翅 |
| ③ 黒体色, 赤眼, 正常翅 | ④ 正常体色, 紫眼, 正常翅 |
| ⑤ 正常体色, 赤眼, 痕跡翅 | ⑥ 黒体色, 紫眼, 正常翅 |
| ⑦ 黒体色, 赤眼, 痕跡翅 | ⑧ 正常体色, 紫眼, 痕跡翅 |

問4 文章中の下線部について、この方法を用いて、初めてキイロショウジョウバエの オ を図示した人物として最も適当な科学者を、次の①～⑥の中から一つ選べ。

キ

- | | | |
|--------|---------|---------|
| ① ワトソン | ② クリック | ③ メンデル |
| ④ モーガン | ⑤ エイブリー | ⑥ グリフィス |

問5 表1の結果をもとに、次の3つの遺伝子間、 $b \sim pr$ 間、 $b \sim vg$ 間、 $pr \sim vg$ 間の ウ 値を求めると、それぞれいくつになるか。最も近いのを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

$b \sim pr$ 間: ク

$b \sim vg$ 間: ケ

$pr \sim vg$ 間: コ

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 4.5% | ② 6.0% | ③ 10.0% | ④ 12.5% |
| ⑤ 16.0% | ⑥ 18.5% | ⑦ 70.0% | ⑧ 81.5% |

問6 問5の解答をもとに、Pの雄個体の染色体上の b , pr , vg の3つの遺伝子間の相対位置を表したもものとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

サ

- | | |
|----------|----------|
| <p>①</p> | <p>②</p> |
| <p>③</p> | <p>④</p> |
| <p>⑤</p> | <p>⑥</p> |

4 光合成に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

植物は、a 光のエネルギーを使って、CO₂を有機物に取り込む。このとき CO₂を有機物に固定する反応段階を担うのは、ルビスコと呼ばれる酵素である。b ルビスコは、リブローズビスリン酸(リブローズ二リン酸) (以下、RuBP) を CO₂と反応させるカルボキシラーゼとして働いて CO₂固定を行うが、それと同じ活性部位に RuBP を O₂と反応させるオキシゲナーゼ活性も持つ。これらの反応は、葉内の CO₂濃度や O₂濃度に大きな影響を受ける。

葉の内部には、気孔を通して外気から CO₂が入ってくる。c 気孔の開き具合は葉内のCO₂濃度に応じて変わり、その結果として、外気からの CO₂流入が調節される。この調節は、ルビスコの反応の効率にも深く関わっている。気孔の形成は、葉の発達過程で、未分化な表皮細胞の一部が孔辺細胞に分化することによって起こる。このd 孔辺細胞の分化の過程にも、CO₂が作用することが知られている。

大気中の CO₂濃度は、この 100 年間、急激に上昇してきている。e CO₂濃度の上昇は、CO₂固定の効率や気孔の制御を通して植物の物質生産に影響を与えると考えられる。

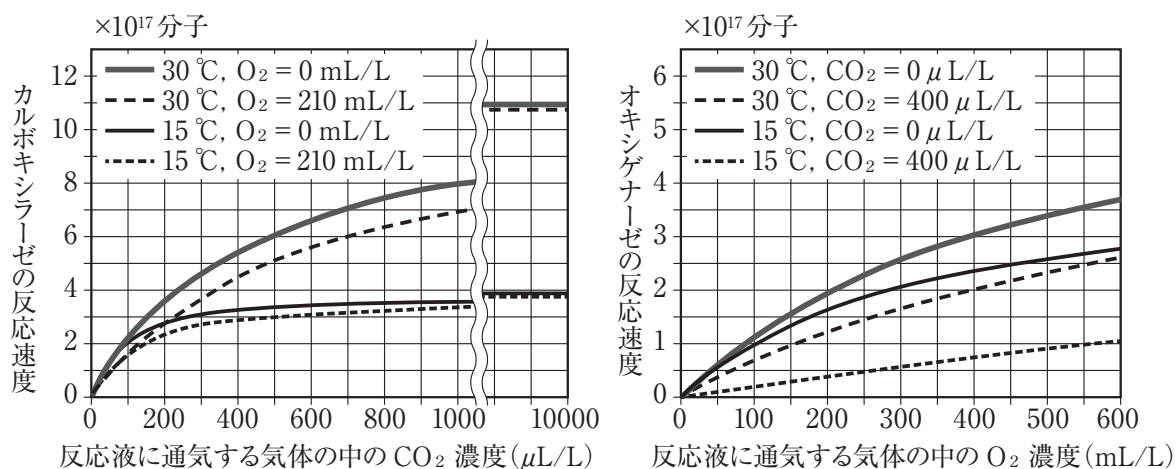
問1 文章中の下線部 a について、光エネルギーの使われ方の説明として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ア

- ① ルビスコが光エネルギーを吸収して、活性型になる。
- ② RuBP が光エネルギーを吸収して、活性型になる。
- ③ 光エネルギーを吸収した光化学系で H₂O が分解されることにより、CO₂固定反応の活性化エネルギーが小さくなる。
- ④ 光エネルギーを吸収した光化学系で H⁺が輸送されることと連動して、RuBP が濃縮される。
- ⑤ 光エネルギーを吸収した光化学系で生産された ATP と NADPH が、カルビン・ベンソン回路による RuBP の再生産に必要である。

問2 文章中の下線部bに関連して、ホウレンソウのルビスコのカルボキシラーゼ反応とオキシゲナーゼ反応のそれぞれについて、 CO_2 濃度、 O_2 濃度、および温度の影響が調べられ、次の図7に示す結果が得られている。図7から導かれる考察として適当でないものを、次の①～④の中から一つ選べ。

イ



注：縦軸の反応速度は、1 mg のルビスコによって1分間に転換される EuBP の分子数
 $\text{O}_2 = 210 \text{ mL/L}$ と $\text{CO}_2 = 400 \mu\text{L/L}$ は、それぞれ通常の大気中の O_2 濃度と CO_2 濃度に相当

図7

- ① カルボキシラーゼ反応とオキシゲナーゼ反応のどちらでも、最大反応速度は温度が高いほうが大きい。
- ② 通常の大気の下では、オキシゲナーゼ反応速度に対するカルボキシラーゼ反応速度の比は、温度が高いほうが小さい。
- ③ O_2 は、カルボキシラーゼ反応に対して、基質の CO_2 と競合する阻害物質（競争的阻害物質）として作用する。
- ④ CO_2 は、オキシゲナーゼ反応に対して、基質の O_2 と競合しない阻害物質（非競争的阻害物質）として作用する。

【次ページに続く】

問3 文章中の下線部cに関連して、オナモミを用いて、外気のCO₂濃度を様々に変えた条件で、葉内CO₂濃度、気孔の開き具合、および光合成速度を調べる実験が行われ、次の図8に示す結果が得られている。図8を踏まえて、これらの間の相互関係をまとめると、図9のようなネットワークが描ける。図9の i ~ iv に当てはまる語句と記号の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧の中から一つ選べ。

ウ

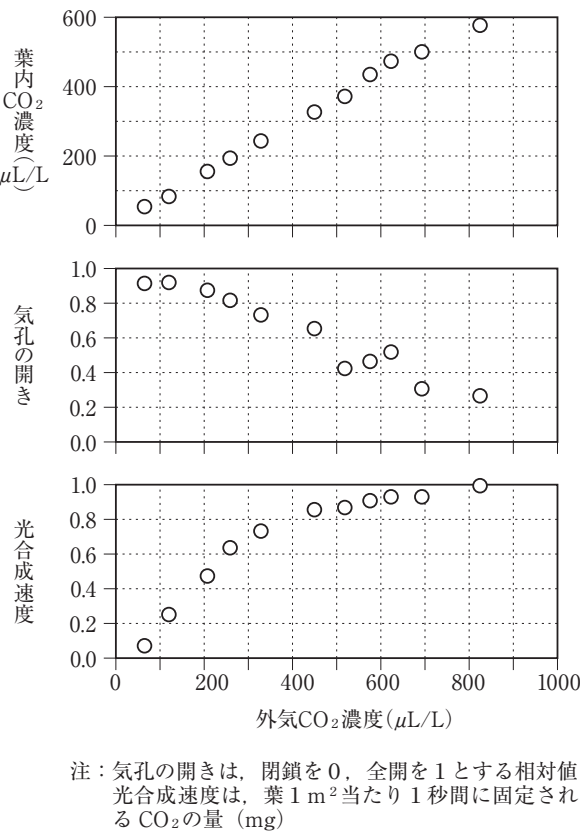


図8

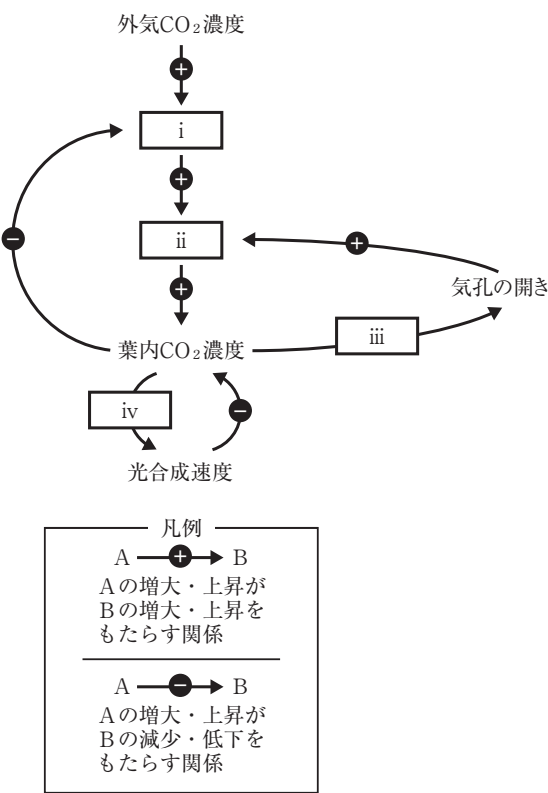


図9

	i	ii	iii	iv
①	外気から葉内へのCO ₂ の流入	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	+	+
②	外気から葉内へのCO ₂ の流入	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	+	-
③	外気から葉内へのCO ₂ の流入	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	-	+
④	外気から葉内へのCO ₂ の流入	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	-	-
⑤	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	外気から葉内へのCO ₂ の流入	+	+
⑥	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	外気から葉内へのCO ₂ の流入	+	-
⑦	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	外気から葉内へのCO ₂ の流入	-	+
⑧	外気と葉内の間のCO ₂ 濃度の差	外気から葉内へのCO ₂ の流入	-	-

問4 文章中の下線部dに関連して、CO₂濃度を通常の大気と同じにした環境、またはCO₂濃度を通常の大気の2倍に高めた環境の下で育てたシロイヌナズナを用いて、次の図10に示すように、その時点で成熟していた葉だけを異なる濃度のCO₂にさらし、若い葉が成熟した後に、気孔の密度を調べる実験が行われた。図11はその結果を示している。後の記述①～⑤のうち、図11から導かれる考察として適当なものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、下記の①～⑥の中から一つ選べ。

エ

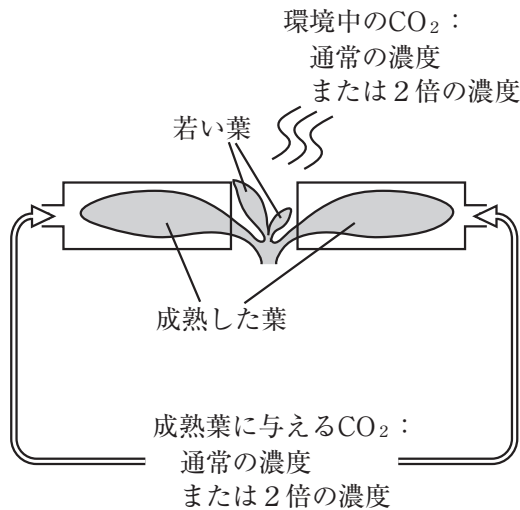


図10

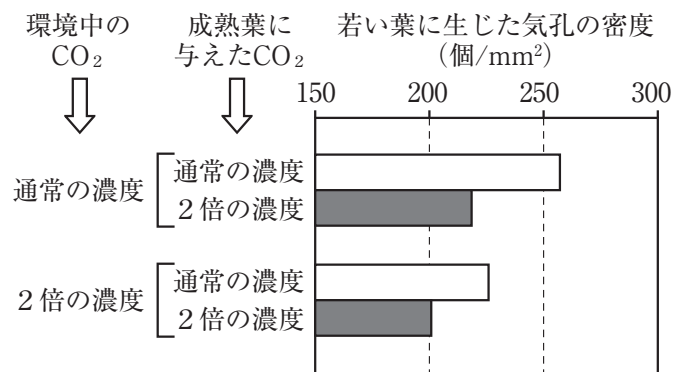


図11

- ① CO₂濃度が高い環境では、孔辺細胞の分化が起こりやすくなる。
- ② CO₂濃度が高い環境では、孔辺細胞の分化が起こりにくくなる。
- ③ 孔辺細胞の分化を制御するCO₂の情報は、成熟した葉と若い葉との間で移動しない。
- ④ 孔辺細胞の分化を制御するCO₂の情報は、成熟した葉から若い葉に移動する。
- ⑤ 孔辺細胞の分化を制御するCO₂の情報は、若い葉から成熟した葉に移動する。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① a, c | ② a, d | ③ a, e |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ b, e |

【次ページに続く】

問5 文章中の下線部eに関連して、地球上の全ての植物が同じ標準的なCO₂固定の仕組みを持ち、問2～4でみてきたルビスコや気孔開閉・形成の特徴も全ての植物に当てはまるとしたとき、温暖化を伴わずに地球全域で一様かつ突然に、大気中のCO₂濃度が2倍に上昇した仮想的状況において、植物の物質生産はどのように変化すると考えられるか、次のように推論した。

大気中のCO₂濃度の上昇は、植物の現存量当たりの物質生産を v させるだろう。そしてこの変化は、vi で特に顕著にみられるだろう。CO₂濃度が高くなった状況が数か月、数年と続くと、こうしたCO₂濃度上昇の影響は vii だろう。

上記の推論中の v ～ vii に当てはまる語句または記述の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選べ。

オ

	v	vi	vii
①	増大	低緯度地方や乾燥地域	ますます大きくなる
②	増大	低緯度地方や乾燥地域	やや小さくなる
③	増大	高緯度地方や湿潤地域	ますます大きくなる
④	増大	高緯度地方や湿潤地域	やや小さくなる
⑤	減少	低緯度地方や乾燥地域	ますます大きくなる
⑥	減少	低緯度地方や乾燥地域	やや小さくなる
⑦	減少	高緯度地方や湿潤地域	ますます大きくなる
⑧	減少	高緯度地方や湿潤地域	やや小さくなる

出典：2023年 大学入学共通テスト 生物 追試験