

(令和6年度)

総合型選抜 (生命理工学院)

総合問題 (筆記)

90分

注意事項

1. 試験開始の合図まで、この冊子を開かないこと。
2. 本問題冊子は合計12ページ(表紙1ページ, 問題6ページ, 下書き用紙5ページ), 答案用紙は9ページである。
3. 問題1, 問題2すべてに解答すること。
4. 答案用紙のすべてのページに受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて答案用紙の所定欄に記入すること。裏面は使用しないこと。
6. 答案用紙の冊子は切りはなさないこと。

問題 1

以下の問 1～問 4 に答えよ。

問 1 植物は、子孫をなるべく多く残すための戦略を、生育する環境に応じて最適化させてきたと考えられる。例えば、おしべとめしべが同じ花の中に形成される被子植物には、花の中で自身の花粉と受粉（自家受粉）する種と、他個体の花粉と受粉（他家受粉）する種とが存在する。他家受粉が自家受粉と比較して有利な点および不利な点を 150 字以内で説明せよ。

問 2 花は、ガク片・花弁・おしべ・めしべから構成され、茎頂分裂組織が花の原基に分化したのちそれぞれが形成される。この花の形成は、3 種類の調節遺伝子（A クラス、B クラス、C クラス）の働きでおこなわれ、その仕組みは「ABC モデル」と呼ばれている。図 1 に示すように、A クラス遺伝子が単独ではたらいている領域ではガク片、A クラス遺伝子と B クラス遺伝子の両方がはたらいている領域では花弁、B クラス遺伝子と C クラス遺伝子の両方がはたらいている領域ではおしべ、C クラス遺伝子が単独ではたらいている領域ではめしべが形成される。また、A クラス遺伝子と C クラス遺伝子は、互いの働きを抑制することが知られている。

以上をもとに、遺伝子操作によって A クラス遺伝子を B クラス遺伝子で置き換えた組換え体の模式図を予想すると図 2 のようになると考えられる。このような形態の花になると予想される理由を 300 字以内で述べよ。その際、花の各領域ではたらいているクラス遺伝子に言及すること。

（次ページに続く）

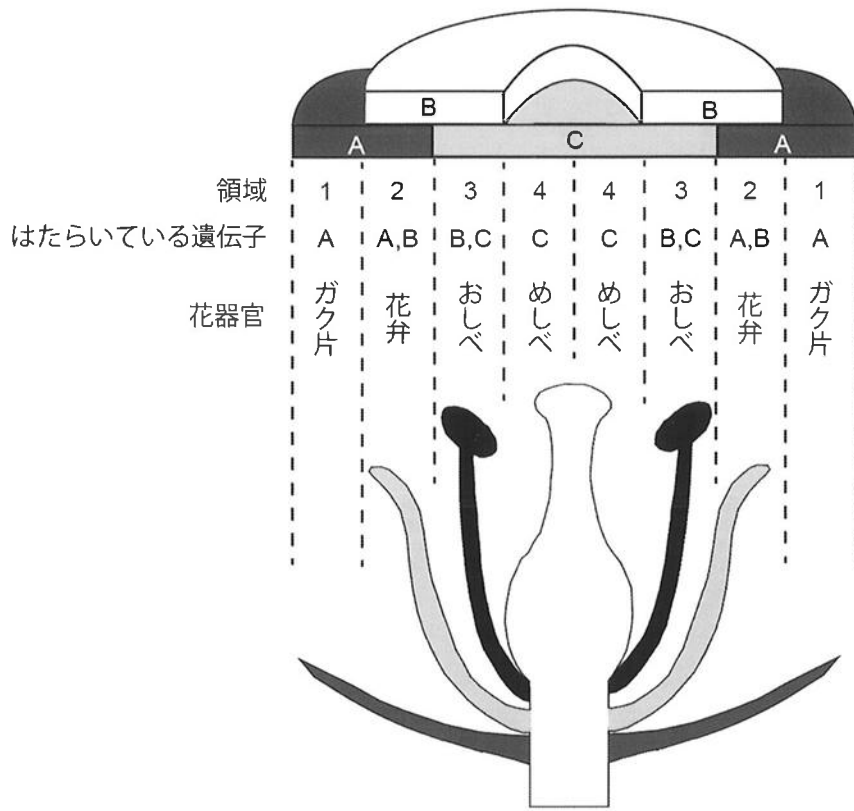


図 1

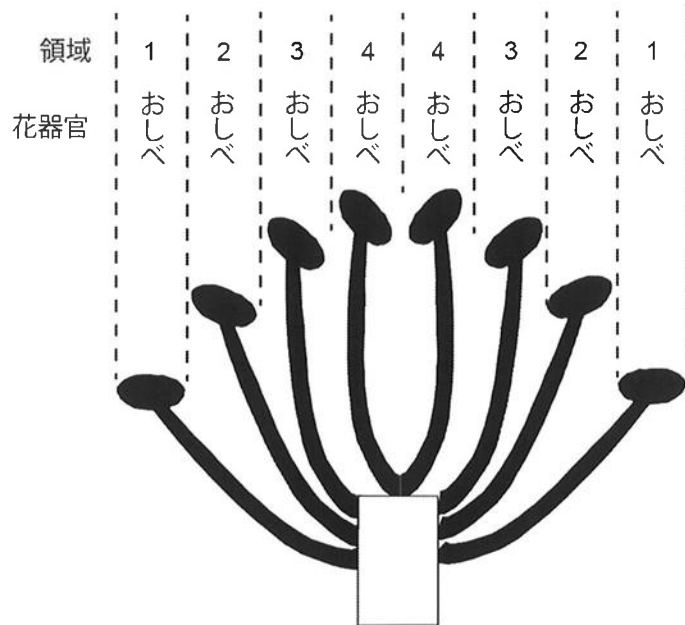


図 2

(次ページに続く)

- 問3 植物は、葉で日長を感じとり、受粉に最適な時期になると茎頂で花を形成する。ある研究者は長日植物のシロイヌナズナを用いた実験により、連続した暗期が一定の長さ以下になると、タンパク質Xが葉で作られることを発見した。この結果から、「葉で作られたタンパク質Xは、(a)茎頂へ移動し、そこで(b)花の形成を促進する」という仮説をたてた。下線部(a)と(b)を検証する実験をそれぞれ立案し、合わせて200字以内で述べよ。
- 問4 植物の形態形成や生理的状态は体内で合成される様々な物質により調節されている。上記タンパク質X以外のそのような物質の中で植物ホルモンに分類される物質の名称をひとつ答えよ。また、その物質がどのような現象を調節しているかに言及し、その調節の仕組みを200字以内で説明せよ。

問題 2

以下の問 1～問 5 に答えよ。

- 問 1 アロステリック効果により酵素の活性が阻害される仕組みと、それが細胞内において担う役割を、合わせて 150 字以内で説明せよ。
- 問 2 ある酵素の遺伝子から転写される mRNA に相補的な配列を含む短鎖の RNA を細胞内で発現したところ、この酵素の生成量が減少した。その理由を考え、100 字以内で述べよ。
- 問 3 図 1 のように、酵素 A は、化合物 a を化合物 b へと変換する反応を触媒する。この反応には ATP が必要で、化合物 b への変換にともない、ATP は ADP になる。試験管内に、酵素 A、化合物 a、ATP を加えた反応溶液を調製し、ATP が低濃度の条件、ATP が高濃度の条件、ATP が高濃度の条件にさらに ADP を添加した条件で化合物 a の濃度をさまざまに変化させて化合物 b への変換速度を測定した。その結果、図 2 に示すような結果が得られた。ATP と ADP が酵素 A の活性におよぼす影響を考察し、50 字以内で述べよ。

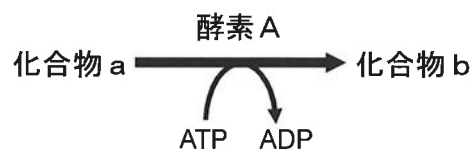
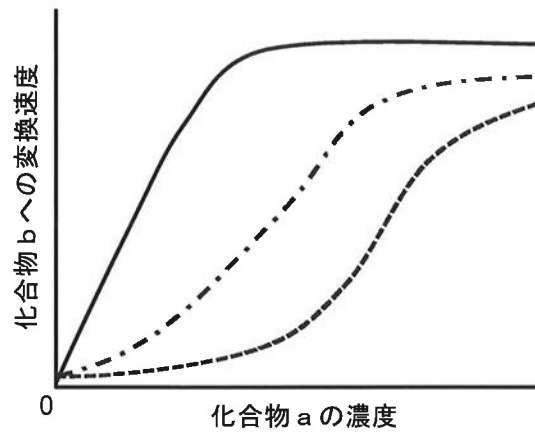


図 1

(次ページに続く)



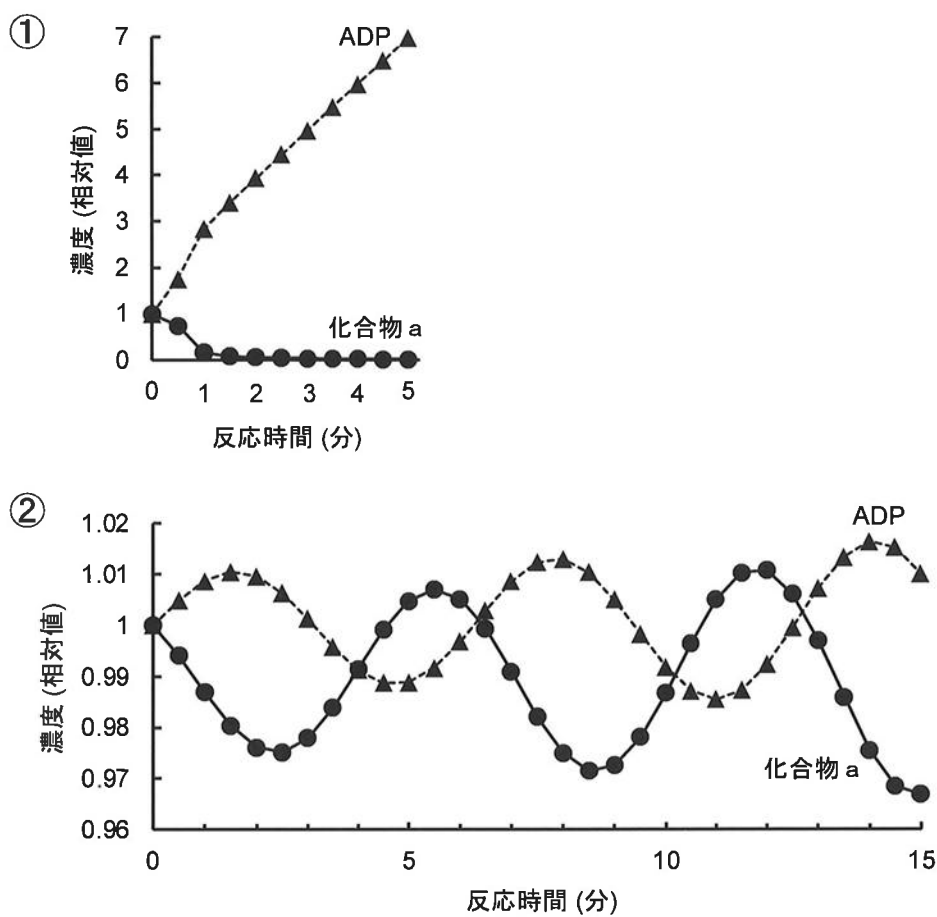
—— は ATP が低濃度の条件, ----- は ATP が高濃度の条件, - · - · - は ATP が高濃度の条件に ADP を添加した条件での化合物 b への変換速度を示す。

図 2

問 4 試験管内に、問 3 の実験で用いた酵素 A、化合物 a、ATP、および ADP を添加した反応溶液を調製した。この反応溶液に、ある一定量の化合物 a を数秒間隔で添加し続けながら化合物 b へと変換する反応をおこない、反応溶液中の化合物 a と ADP の濃度を経時的に測定した。その結果、図 3 ①に示すように、反応開始後 1 分程度で化合物 a の濃度がほぼ 0 となり、ADP の濃度は上昇し続けた。下線部のようになった理由を考察し、150 字以内で述べよ。ただし、化合物 a を添加し続けることによる反応溶液の体積変化は、無視できるものとする。また、反応が進行しても ATP が枯渇することはないものとする。

問 5 問 4 と同じ実験を、あらたに酵素 B を添加しておこなった。その結果、図 3 ②に示すように、反応開始から反応溶液中の化合物 a と ADP の濃度が周期的に振動する様子が観察された。酵素 B が触媒する反応を推定するとともに、化合物 a と ADP の濃度が周期的に振動する仕組みを考察し、合わせて 250 字以内で述べよ。ただし、酵素 B が触媒する反応の速度は、ADP の濃度に比例するものとする。

(次ページに続く)



「濃度 (相対値)」は、反応開始時の化合物 a および ADP の濃度を 1 とした相対値を示す。

図 3

下書き用紙

ます目=500字

A large grid of graph paper with 20 columns and 25 rows. The grid is used for writing. The text 'ます目=500字' is located in the top right corner of the grid area.

下書き用紙

ます目=500字

A large grid of graph paper for writing, consisting of 20 columns and 25 rows of squares. The grid is used for writing answers to the exam questions.

下書き用紙

ます目=500字

下書き用紙

ます目＝500字

A large grid of graph paper for writing, consisting of 20 columns and 25 rows of small squares. The grid is used for writing answers to the exam questions.

下書き用紙

ます目=500字

The image shows a large grid of graph paper for writing. The grid is composed of 20 columns and 25 rows of squares. The grid is used for writing answers to the exam questions. The grid is located in the center of the page, below the section header and above the page number.