

## 生物Ⅰ・生物Ⅱ

### 「解答上の注意」

第4問と第5問は選択問題である。第4問または第5問のいずれか一方を選んで解答すること。第4問と第5問の両方を解答した場合は、いずれも採点の対象にならないので注意すること。解答しない選択問題の解答用紙には受験番号を記入し、大きく×印をして提出すること。

## 第1問

ショウジョウバエの交雑実験に関する以下の文章を読み、下の問1～問6に答えよ。

野生型のショウジョウバエは赤眼、茶体色であり、性染色体の構成はヒトと同じXY型（雄ヘテロ型）である。眼色の突然変異形質の白眼と褐色眼はそれぞれ劣性遺伝子aとbによって、体色の突然変異形質の黒たん体色と黄体色はそれぞれ劣性遺伝子cとdによって支配されているものとする。これらの変異をもつショウジョウバエを用いて交雑実験(1)～(5)を行い、以下の結果を得た。ただし、交雑には、雑種第一世代( $F_1$ )を除いてすべて、眼色、体色それぞれの形質について複数の遺伝子の変異をもっていない純系の個体を用いた。

- (1) 白眼の雄と褐色眼の雌を交雑したところ、 $F_1$ はすべて赤眼であった。
- (2) 褐色眼の雄と白眼の雌を交雑したところ、 $F_1$ の雄はすべて白眼、雌はすべて赤眼であった。
- (3) 褐色眼・茶体色の雄と赤眼、黒たん体色の雌を交雑した $F_1$ はすべて赤眼・茶体色であった。この $F_1$ の雌に褐色眼・黒たん体色の雄を交雑したところ、次の世代の表現型は、赤眼・茶体色：赤眼・黒たん体色：褐色眼・茶体色：褐色眼・黒たん体色 = 1: 1: 1: 1 の分離比を示した。
- (4) 白眼・黒たん体色の雄と褐色眼・黄体色の雌を交雑したところ、 $F_1$ の雄はすべて赤眼・黄体色、雌はすべて赤眼・茶体色であった。
- (5) 褐色眼・黒たん体色の雄と白眼・黄体色の雌を交雑したところ、 $F_1$ の雄はすべて白眼・黄体色、雌はすべて赤眼・茶体色であった。

問1 野生型(茶体色)の雄に黄体色の雌を交雑したときの $F_1$ の体色の表現型を雄、雌それぞれについて答えよ。

問2 検定交雑が行われている実験を選び、番号で答えよ。

問3 上記の交雑実験(1)～(5)の結果から、同じ染色体上に存在していることがわかる劣性遺伝子の組を答えよ。また、その根拠となる交雑実験を一つ選び、番号で答えよ。

問4 劣性遺伝子  $a$ ,  $b$  に対応するそれぞれの優性遺伝子を  $A$ ,  $B$  とするとき、交雑実験(2)の  $F_1$  の遺伝子型を雄、雌それぞれについて答えよ。

問5 交雑実験(2)の  $F_1$  の雌(赤眼)に対して褐色眼の雄を交雑したとき、次の世代における赤眼：白眼：褐色眼の分離比を答えよ。ただし、白眼と褐色眼の二重変異個体は白眼の形質を示すものとする。

問6 交雑実験(5)によって生まれた  $F_1$  の雌(赤眼・茶体色)に白眼・茶体色の雄を交雑したとき、次の世代における表現型を雄、雌それぞれについてすべて答えよ。

## 第2問

神経系の形成に関する以下の文章を読み、下の問1～問3に答えよ。

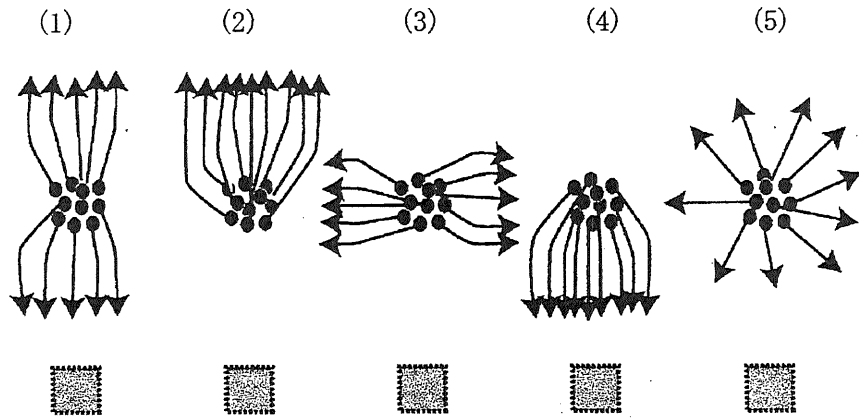
カエルのような脊椎動物では、受精卵は、（ア）とよばれる急速な細胞分裂を行い、その後、外胚葉、中胚葉、内胚葉の三つの胚葉に分化していく。外胚葉のうち（イ）の働きを受けた部分は、神経管へと分化し、細胞分裂により多数の神経細胞をつくり出す。神経管の後部は将来脊髄になるが、脊髄の腹側には（ウ）が、背側には感覚神経が通る構造ができる。そのうち、感覚神経の通る構造は（エ）と呼ばれる。脊髄にある感覚神経の軸索には、すばやい情報伝達のために（オ）弓の一部を形成しているものがある。

問1 文章中の（ア）～（オ）に適切な語句を入れよ。

問2 感覚情報のうち、脊髄の感覚神経を経由するものを次の(1)～(6)のうちから三つ選び、番号で答えよ。

- (1) 視覚            (2) 温感や冷感            (3) 嗅覚            (4) 体表の痛覚  
(5) 触覚            (6) 聴覚

問3 神経細胞はシナプスにより接続して、複雑な機能を果たすようになる。神経細胞から新たに伸び始めた軸索の先端の進む方向は、近くの細胞が出す種々の因子（誘引する因子または反発させる因子）によって決まることが知られている。このような近くの細胞が、何も影響を与えない場合、誘引する因子を出す場合、反発させる因子を出す場合、軸索の先端はどのように伸びるか。次の図からそれぞれ一つ選び、番号で答えよ。



黒丸は、軸索  
を伸ばしつつ  
ある細胞

近くにある  
細胞

### 第3問

遺伝子組換え技術に関する以下の文章を読み、下の問1～問6に答えよ。

遺伝子組換え技術を用いることにより、もとの個体に本来持っていない遺伝子を導入し、タンパク質を合成させることが可能となった。この技術は未知の遺伝子やタンパク質の機能解析だけでなく、農業、工業、<sup>(1)</sup>医療など幅広い分野で応用されている。

ある細菌の染色体を<sup>(2)</sup>制限酵素  $\alpha$  で完全に切断した後、<sup>(3)</sup>酵素  $\beta$  を用いて、同じ制限酵素  $\alpha$  で切断したプラスミドに結合した。これを大腸菌に導入して培養したところ、新たに6種類のタンパク質(A～F)を合成する大腸菌が得られた。この染色体断片を組み込んだプラスミドを制限酵素 I～VI で処理したところ、図1に示す白い矢印の場所でそれぞれ切断された。これらのプラスミドについて、図2に示すように切断された断片を取り除いた後、残った部分を含むプラスミドを酵素  $\beta$  を用いて結合し、再び大腸菌に導入した。それぞれのプラスミドが導入された大腸菌を培養したところ、図1右のようなタンパク質を合成していることがわかった。たとえば、制限酵素 I で切断し、生じた断片を除去して再び結合した場合、タンパク質 F が合成されなくなった。制限酵素 I の処理では(カ)の位置の遺伝子が取り除かれるため、(カ)の位置にはタンパク質 F の遺伝子があることがわかる。

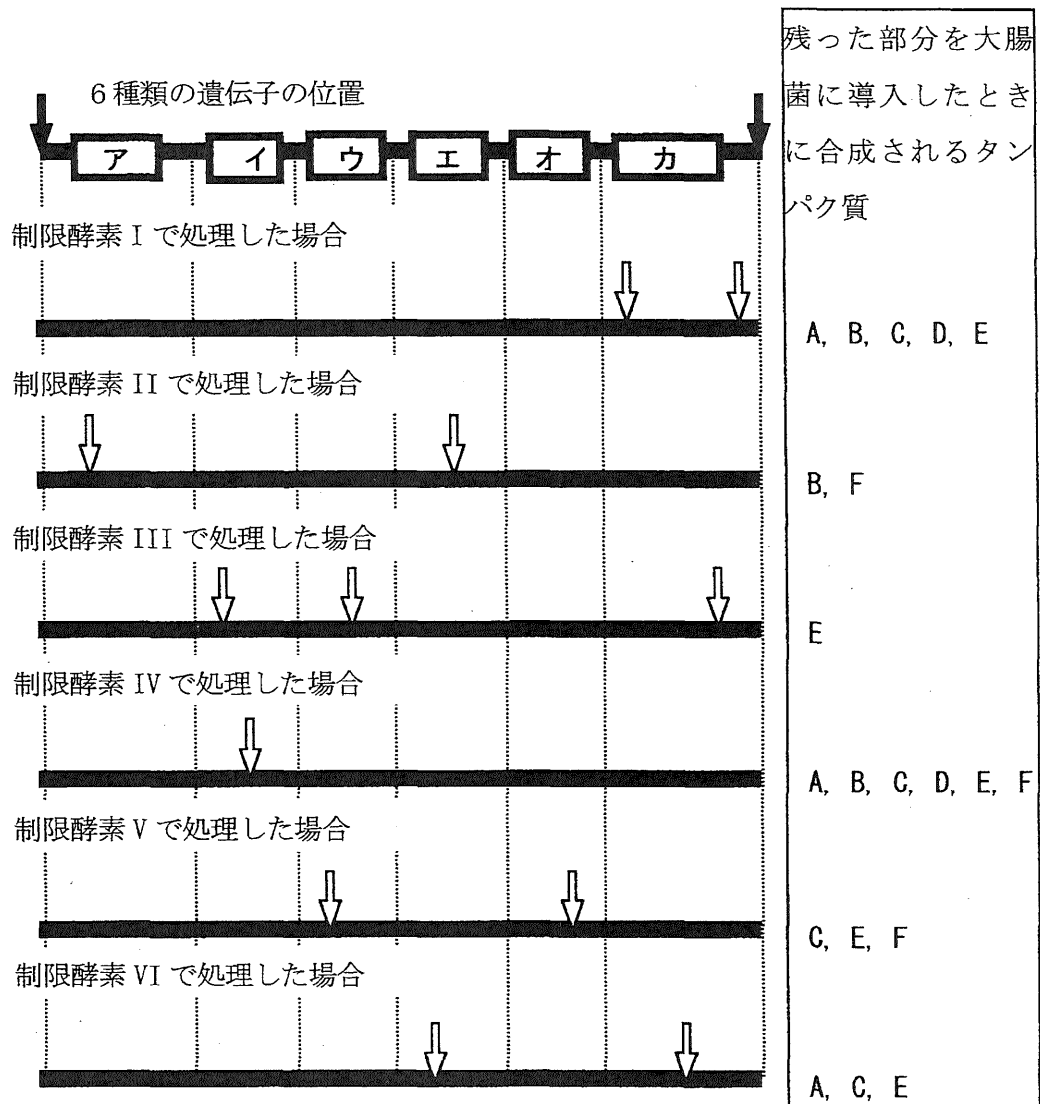


図1 組み込んだ染色体断片が種々の制限酵素で切断される位置と、切断断片を取り除いた後も合成されるタンパク質（□は遺伝子の位置、黒矢印は制限酵素 $\alpha$ 、白矢印は制限酵素 I~VI で切断される位置をそれぞれ示す。）

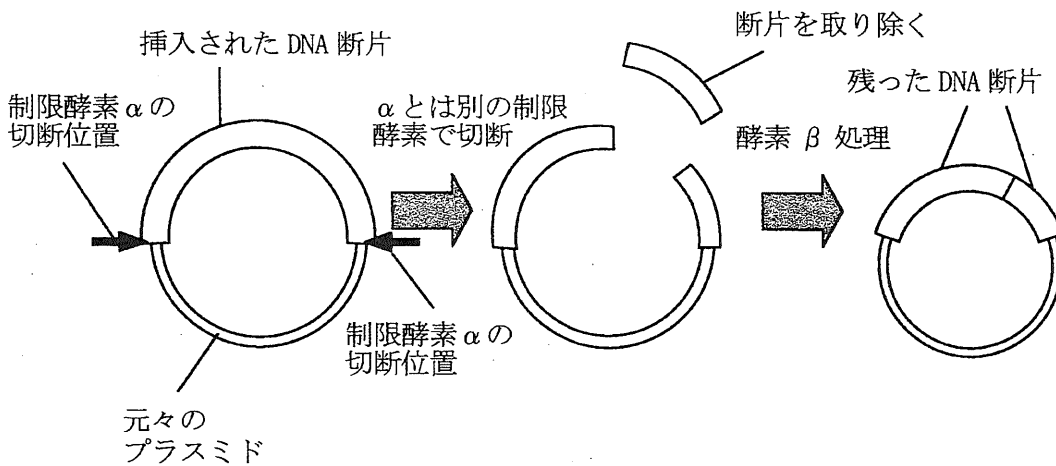


図 2

- 問 1 下線部(1)について、酵素遺伝子の変異を原因として引き起こされた病気の場合、変異した遺伝子を補うために、正常な遺伝子を患者の細胞へ導入して治療が行われることがある。このような治療を何というか。
- 問 2 下線部(2)で用いた制限酵素 α は、DNA 中の特定の 6 塩基を認識して切断する。もし、DNA の塩基配列に規則性がないとすると、この制限酵素 α が認識する配列は何塩基ごとの頻度で出現すると予想されるか。
- 問 3 下線部(3)の酵素 β の名前を記せ。
- 問 4 図 1 の (ア) ~ (オ) の遺伝子から合成されるタンパク質を A~E の記号でそれぞれ答えよ。
- 問 5 制限酵素で切り出された DNA 断片を別のプラスミドに組み込むことにより、ただ一つだけの遺伝子を含むプラスミドをつくることができる。図 1 の (ウ) の遺伝子のみを含むプラスミドをつくるには、制限酵素 I~VI のどの二つを組み合わせるとよいか、2 通り記せ。

問6 原核生物のタンパク質の大量産生を行う場合、その染色体を制限酵素で切断してプラスミドに組み込み、大腸菌に導入することによって、大腸菌内で遺伝子を発現させ、タンパク質を合成させることができる。しかし、真核生物の染色体を原核生物の場合と同じ操作によりプラスミドに組み込んでも、多くの場合、大腸菌でタンパク質を合成させることができない。その理由を 30 字以内で記せ。

## 第4問（選択問題）

植物群落の構造と群系の分布に関して、下の問1～問4に答えよ。

問1 (a)～(e)に示す植物群系の説明として最も適した文を、下の(1)～(6)の説明文からそれぞれ一つ選び、番号で答えよ。また、植物群系(c)～(e)については、優占種となりうる植物を次の頁に示す植物名からそれぞれ三つ選んで記せ。

<植物群系>

- (a) 熱帯多雨林                      (b) 亜熱帯多雨林                      (c) 照葉樹林  
(d) 夏緑樹林                      (e) 針葉樹林

<説明文>

- (1) 一年を通じて高温・多雨な地域よりやや緯度が高く、気温が低くなる時期がたまにあるこの地域では、常緑広葉の森林が分布するが、その種類は比較的少ない。
- (2) 暖温帯に広がり、葉につやのある常緑広葉樹が優占種となるこの森林では、高木層に優占種をもち、樹種はさほど多くない。
- (3) やや高緯度である亜寒帯に広がり、常緑ではあるが長い冬の寒さに耐えられる森林である。ここでは極端に植物の種類が減り、数種の高木が優占種である。
- (4) 比較的気温が低く、寒い冬のある冷温帯に広がり、冬に葉を落とし夏に緑の葉が茂る落葉広葉樹が優占種となる森林である。
- (5) 一年を通じて高温・多雨な地域で、常緑広葉の高木が多く生育するこの森林は、地球上で最も樹木の種類が多く、つる植物や着生植物も多い。
- (6) 平均気温が $-5^{\circ}\text{C}$ 以下の寒帯では、森林はほとんど見られなくなる。低温のため、微生物による有機物の分解が進まず、土壌の栄養塩類も少ない。

<植物名>

トドマツ, ヤシ, コケモモ, クスノキ, カシ, ブナ, ミズナラ,  
シイ, エゾマツ, シラビソ, フタバガキ, ハイマツ, クリ, クロユリ

問2 同じ緯度における標高に応じた群系の分布を垂直分布という。本州中部地方の植物の垂直分布帯は高度の低い方から、丘陵帯（低地帯）、山地帯、亜高地帯、高山帯にわけられる。これらの分布帯に分布する植物群系として適当なものを、問1の(a)～(e)の植物群系からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。ただし、(a)～(e)に適当な選択肢がない場合は、「なし」と記入せよ。

問3 ある植物群落の種類組成が時間とともに変化していく過程を遷移という。遷移には一次遷移と二次遷移がある。それぞれの過程を50字以内で説明せよ。

問4 一次遷移と二次遷移のうち、比較的短時間で森林が修復されるのはどちらの遷移か、記せ。また、その理由を50字以内で説明せよ。

## 第5問（選択問題）

光合成を行う生物の分類と生活史に関して、下の問1～問4に答えよ。

問1 (a)～(d)に示す藻類の説明として最も適した文を、下の(1)～(6)の説明文からそれぞれ一つ選び、番号で答えよ。また、それぞれの藻類に含まれる代表的な生物を、下の生物名からそれぞれ一つ選んで記せ。

<藻類>

(a) 褐藻類      (b) 紅藻類      (c) 緑藻類      (d) ケイ藻類

<説明文>

- (1) 細菌と同じ原核生物界に属し、光合成色素としてクロロフィルaをもつ。
- (2) 光合成色素としてクロロフィルaをもつが、クロロフィルbやクロロフィルcを欠く。
- (3) 単細胞で、クロロフィルaとクロロフィルcをもつ。
- (4) 多細胞で大きな海藻が多い。クロロフィルaとクロロフィルcをもつ。
- (5) 単細胞で、クロロフィルaとクロロフィルbをもつ。
- (6) クロロフィルaとクロロフィルbをもち、上記の藻類(a)～(d)の中では、系統的に陸上植物に最も近縁であると考えられる。

<生物名>

アオサ、 マコモ、 サンゴ、 ワカメ、 ベンケイソウ、  
ユレモ、 ハネケイソウ、 アサクサノリ、 ツノモ

問2 次の文章中の（ア）～（オ）に適切な語句を入れよ。

陸上植物は、コケ植物、シダ植物、種子植物に分類される。コケ植物の本体は配偶体であり、減数分裂によってつくられる（ア）が発芽して形成される。配偶体は卵と精子という（イ）をつくる。受精卵が分裂してできる（ウ）は、雌株の配偶体に寄生する。シダ植物や種子植物の本体は（ウ）であり、配偶体の世代の期間は短い。シダ植物の配偶体は（エ）とよばれ、独立生活する。種子植物の雌性配偶体は胚のう、雄性配偶体は（オ）であり、いずれも（ウ）に寄生する。

問3 種子植物は裸子植物と被子植物に分けられる。それぞれの特徴を50字以内で説明せよ。

問4 陸上植物の中で被子植物が最も広く繁栄できるようになった理由を50字以内で説明せよ。