

(前期日程)

令和 8 年度 理 科 生物基礎・生物(生物)

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た科目を解答すること。

理学部の受験者

生物受験の者は、生物基礎・生物(生物)を解答すること。

工学部の受験者

届け出た科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た科目を解答すること。

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 この問題冊子は、12 ページあります。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 3 すべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。
- 5 解答用紙はすべて机の上に出しておくこと。机の中に入れてはいけません。

1 植物の進化に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

植物は約5億年前に陸上へ進出した、光合成を行う多細胞生物である。植物は核内^①の染色体が1セットである [1] の配偶体世代と、2セットである [2] の孢子体世代を交互に経る世代交代を行いながら生活する。生物の遺伝情報を担う、DNAの塩基配列は世代を経るに従って変化し、時には染色体の構造や数も変化する。特に植物では染色体が3セット、4セットなどになる現象がよく見られ、これを [3] という。こうした分子進化^②の積み重ねが、図1に示される植物の多様な進化を可能にしてきたと考えられる。

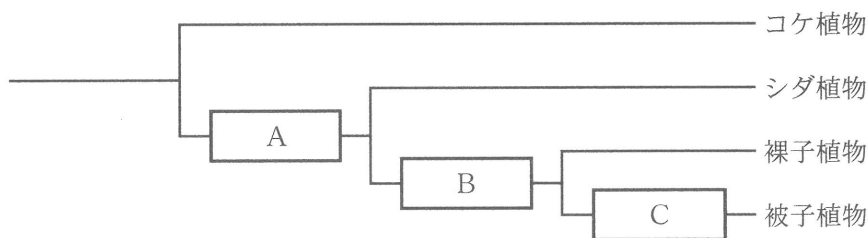


図1

問1 文中の [1] ～ [3] に入る適切な語を答えよ。

問2 図1の [A] ～ [C] に位置する、それぞれの植物群の共通祖先で獲得された代表的な特徴を答えよ。

問3 図1のようにDNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列などの分子データを用いて、生物の進化の経路を推定したものを何と呼ぶか、その名称を答えよ。

問4 下線部①について、以下の(1)、(2)の問いに答えよ。

(1) 植物がもつ光合成色素の名称をクロロフィル以外で1つ答えよ。

(2) 複数の種類の光合成色素をもつ意義は何か、簡潔に説明せよ。

問 5 下線部②について，以下の(1)~(3)の問いに答えよ。

- (1) 塩基配列やアミノ酸配列の変化は多くの場合，形質などに変化をもたらさず，生存に有利でも不利でもない。このような考えの名称を答えよ。
- (2) 分子進化における分子時計とはどのような考え方が，簡潔に説明せよ。
- (3) 染色体の乗換えの異常などにより，ある遺伝子の数がゲノム内で増えることを遺伝子重複という。遺伝子重複が分子進化において重要な役割を果たすとされるのはなぜか。簡潔に説明せよ。

2 タンパク質に関する次の文章を読み、問1～4に答えよ。

タンパク質は多数のアミノ酸が連結したものでありアミノ酸の並び順や数の違いによって立体構造が異なる。その立体構造に応じて、タンパク質は特有の働きをもつ。タンパク質を構成するアミノ酸は20種類あり、炭素原子に^① , , 水素原子、側鎖が結合してできている。20種類のアミノ酸は、構造によって化学的な性質がそれぞれ異なる。

タンパク質を構成するアミノ酸は、隣接する一方のアミノ酸の と、もう一方のアミノ酸の の部分で結合している。これをペプチド結合といい、1つのペプチド結合が形成される過程で、水分子が1つとれる。アミノ酸の種類と並び順を示す配列をタンパク質の一次構造という。ポリペプチドは、一部が折りたたまれて という螺旋状の構造になったり、平行に並んで というジグザグ状の構造になったりする。これをタンパク質の二次構造という。さらに二次構造が立体的に配置されたものを三次構造という。タンパク質には、1本のポリペプチドからできているものだけでなく、複数のポリペプチドが集まってできているものがある。これをタンパク質の四次構造という。例えば、赤血球中のタンパク質であるヘモグロビンは、 本のポリペプチドで構成されている。

生命の活動を支える代謝は、細胞の様々な場所で円滑に進行する。それを可能にしているのが、酵素というタンパク質である。酵素の作用を受ける物質を基質という。^② 酵素の構造のうち、基質が結合して触媒作用を示す部分を活性部位という。

問1 文中の ～ に入る適当な語または数字を答えよ。

問2 下線部①について、以下の生体成分のなかからタンパク質を3つ選び、その働きについて簡単に説明せよ。

ステロイドホルモン、 シャペロン、 ヌクレオチド、 セルロース、
免疫グロブリン、 アクアポリン、 オーキシン、 アセチルコリン

問 3 下線部②について，1種類の酵素が関わる反応において，あらかじめ決めておいた酵素濃度と基質濃度で反応を開始した場合，時間と生成物の量の関係を正しく示したグラフを図1のA～Cから1つ選べ。また，この時間と生成物の量の関係について，基質濃度の変化の影響を含めて説明せよ。

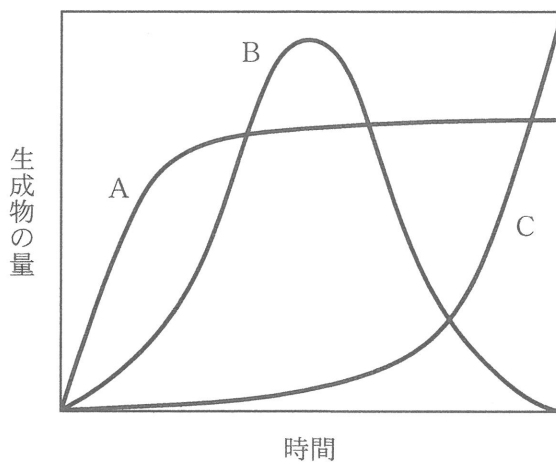


図1

問 4 酵素の働きを低下させる阻害物質には，競争的阻害物質と非競争的阻害物質の2種類がある。競争的阻害と非競争的阻害について，阻害物質の結合部位および基質濃度が反応速度に与える影響という2つの観点からそれぞれ説明せよ。

3 筋の収縮とその神経支配に関する次の文章を読み、問1～3に答えよ。

哺乳類の筋肉は、骨格筋、心筋(心臓を構成する筋肉)、平滑筋(心臓以外の内臓を構成する筋肉)の3種類に分類される。

骨格筋は、私たちの意識によって収縮させることができるため、「随意筋」と呼ばれる^①。一方、心筋と平滑筋は、私たちの意識とは関係なく収縮が制御されるため、「不随意筋」と呼ばれる。

骨格筋は、筋繊維と呼ばれる細長い細胞(筋細胞)が多数集まってできている。個々の筋繊維は、枝分かれすることなく束になって存在する。これらの筋繊維が神経の制御を受け、収縮することで力を発揮する。^②

筋繊維の内部には、筋肉の収縮を担う円柱状の構造物^③が、細胞の長い軸に沿って密に並んでいる。この収縮に関わる構造物は、網目状の構造物^④に取り囲まれており、そこには筋収縮に必要なカルシウムイオンが貯留されている。この円柱状の構造物は、太いフィラメントと細いフィラメント^⑤から構成されており、これらはサルコメア(筋節)という周期的な構造にまとまっている。

筋肉の収縮は、細いフィラメントが太いフィラメントの間に滑り込むことによって起こり、その結果サルコメアの長さが短くなる。

問1 下線部^①について、随意筋と不随意筋では、神経による制御の仕組みが異なる。随意筋を意識的に動かす指令を出す脳の部位に触れながら、両者を支配する神経系の違いと、その制御様式の特徴を対比して説明せよ。

問2 下線部^②について、図1に示される軸索の分岐様式が、一個の運動ニューロンで多数の筋繊維を同時に収縮させる仕組みと、それによってもたらされる機能的な利点を説明せよ。

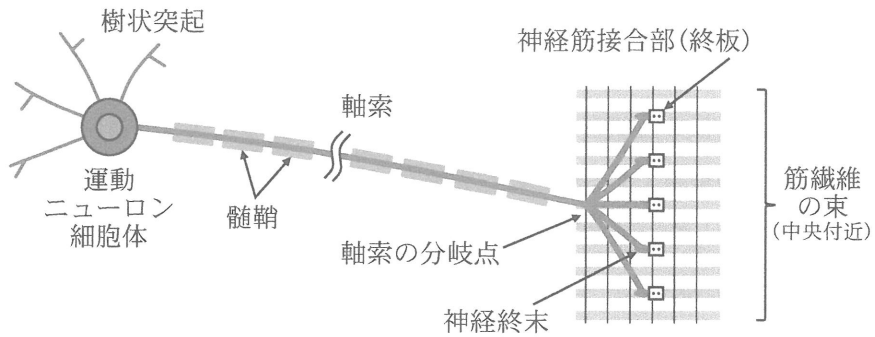


図 1

問 3 図 2 は収縮時のサルコメアの状態を示している。これについて以下の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 以下の構造物の名称を、それぞれ答えよ。
 - (a) 下線部③の筋肉の収縮を担う円柱状の構造物
 - (b) 下線部④の網目状の構造物
- (2) 下線部⑤の(a)太いフィラメントと(b)細いフィラメントについて、これらを構成する主なタンパク質の名称を、それぞれ答えよ。
- (3) 図 2 の収縮状態から、サルコメア長が 2 目盛り分、筋が弛緩したときの状態を、各構造物の長さや位置に注意して解答欄に図示せよ。

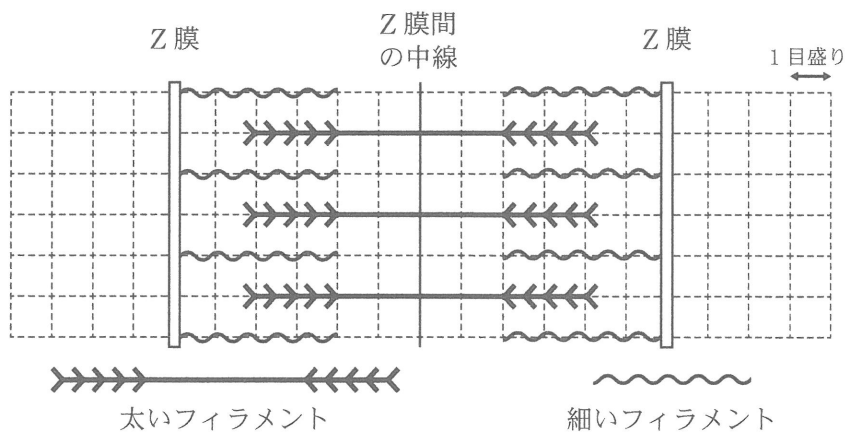


図 2

4 メンデルが研究した花色の遺伝に関する次の文章を読み、問1～5に答えよ。

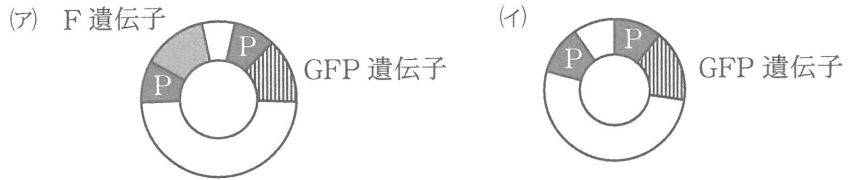
メンデルが遺伝の法則を見出した研究において着目したエンドウの対立形質に花色がある。紫花の純系エンドウと白花の純系エンドウを交配した雑種第一代は、すべて紫花の形質を示した。雑種第一代を自家受粉させて得られた雑種第二代では、紫花と白花が3:1に分離した。このことから、表現型としての紫花は白花に対して顕性(優性)であると言える。紫花の顕性遺伝子をF、白花の潜性(劣性)遺伝子をfとする。

この花色を決定している遺伝子が解明された。FとfのDNAのセンス鎖およびmRNAの部分的な塩基配列を整理したものを図1に示す。図1中の「<略>」は多数の塩基が省略されていること、「_(下線)」はmRNA上にその領域がないことを示す。また、上流(左)側の9塩基についてのみ、コドンごとに区切って示す。図1に示した領域内で、Fとfで塩基配列が異なる部分を太字で示す。他の領域には塩基配列の違いはなかったことから、この塩基の違いが紫花と白花の違いを決定していると考えられた。これを確認する目的で行われた図2に示す実験などから、Fは紫色の色素(以下、紫色素)を合成する酵素の遺伝子の転写を調節するタンパク質に翻訳されることが明らかにされた。この実験では、図2の(ア)及び(イ)に示す組換えDNA(図中のPはプロモーターを示す)を、それぞれffで表されるホモ接合体の花弁に遺伝子銃(注)を用いて導入した。図2の(ウ)に顕微鏡で観察した結果の模式図を示す(○はGFP蛍光が観察された細胞を、●は紫色素の蓄積が認められた細胞を示し、上下の模式図は同一視野のものとする)。F遺伝子を含む組換えDNAを導入した試験区でのみ紫色素の生産が認められたことから、Fは紫色素の生産に必要な機能をもつタンパク質に翻訳されることが示された。

(注) 微小な金属粒子にDNAを付着させ、それらを圧縮したガスの力で噴射し、細胞に取り込ませる装置

f mRNA UCA UCU UCA GAUAAAUCG_____UACUUCAUCAUCCAUUAGAA
 f DNA TCA TCT TCA GATAAATCGGTAAT<略>GCAGTACTTCATCATCCATTAGAA
 F DNA TCA TCT TCA GGTA AATCGGTAAT<略>GCAGTACTTCATCATCCATTAGAA
 F mRNA UCA UCU UCA G_____UACUUCAUCAUCCAUUAGAA

図 1



(ウ)

導入された組換え DNA

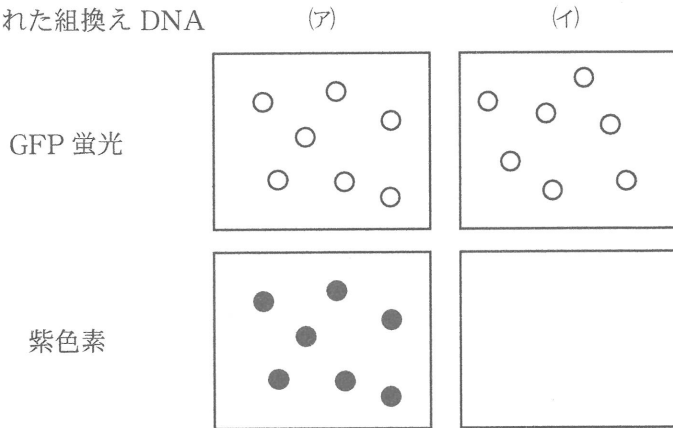


図 2

問 1 下線部①について、真核生物の遺伝子では、mRNA を生産する過程で、DNA 上には存在する配列が、mRNA 前駆体から部分的に取り除かれる加工が施される場合がある。

- (1) この加工を何と呼ぶか答えよ。
- (2) mRNA に対応する DNA 上の領域を何と呼ぶか答えよ。
- (3) mRNA 前駆体から取り除かれる DNA 上の領域を何と呼ぶか答えよ。

問 2 問 1-(1)の加工が行われるためには、mRNA 前駆体から取り除かれる部分の両端の 2 塩基ずつが重要である。図 1 を参考に、その加工が行われうる DNA 上の配列を解答欄の口(四角)に 1 塩基ずつ記入せよ。

問 3 下線部②のように F が紫色素の生産にかかわることは、図 2 の(ア)に示された F 遺伝子を含む組換え DNA を用いて示された。この実験において、GFP 遺伝子を組み合わせて用いたのは、遺伝子が導入された細胞を可視化するためである。では、なぜ、(イ)を用いた試験区を設けたのか説明せよ。

問 4 下線部③のように F からは紫色素の生産に必要な機能を持つタンパク質が翻訳されることが示され、図 1 中に太字で示された DNA の塩基配列の違いが、表現型の違いを決定していることが確認された。

- (1) DNA の塩基配列の違いが、どのような mRNA の塩基配列の違いをもたらすか説明せよ。
- (2) mRNA の塩基配列の違いに基づいて、f 遺伝子からはどのようなタンパク質が翻訳されると考えられるか答えよ。

問 5 F と f の例を参考に、一般に顕性遺伝子と潜性遺伝子はどのように異なるのか以下の語をすべて用いて説明せよ。

タンパク質, 機能, 表現型

生物の試験問題は次ページに続く。

5 生態系と生物多様性に関する次の文章を読み、問1～4に答えよ。

生物の体を構成する物質の中で最も含量の多いものは、細胞の質量の60%以上を占める である。それ以外にも、タンパク質、脂質、炭水化物、核酸などの有機物、および無機塩類などが含まれている。植物や藻類などは、大気中の二酸化炭素を吸収して光合成^①を行い、有機物を合成している。このように、外界から無機物を取り込んで有機物を合成する生物は 生物と呼ばれる。一方で、他の生物が作った有機物を摂取することによって生命活動を営んでいる生物は 生物と呼ばれる。真核生物においては、 生物も 生物も、有機物を分解し、有機物中の化学エネルギーを取り出すことで生命活動のエネルギー源である を合成する。この反応のうち酸素を用いるものを と呼び、その過程で生じた二酸化炭素は体外に放出される。このように、炭素は生態系を循環している。^②

様々な人間活動の影響で、地球温暖化のような地球環境の変化や生物多様性の損失が引き起こされている。例えば、生息地の分断や乱獲によって個体数が減少すると遺伝子の多様性が低下し、結果として個体群や種の存続に危険が及ぶことがある。^③ 個体群や種の絶滅は、私たちが生態系から受ける多様な恩恵のことを指す の劣化や損失が生じる可能性もある。

問1 文中の ～ のそれぞれに入る適当な用語を1つ答えよ。

問2 下線部^①について、下に挙げた語句のうち、陽樹であるシラカンバの方が陰樹であるイタヤカエデよりも高い(大きい)ものをすべて選び、記号で答えよ。なお、すべて該当しない場合は「無し」と解答せよ。

- (ア) 最大光合成速度 (イ) 光補償点 (ウ) 光飽和点

問 3 下線部②について、炭素の中には生態系を循環せずに、生物遺骸として地中に保存され、長い年月をかけて燃えやすい成分に変化した物質がある。このようにしてできた物質の名称を2つ答えよ。

問 4 下線部③について、なぜ遺伝子の多様性が低下すると個体群や種の存続に危険が及ぶのか、その理由を説明せよ。