

2021 年度 入学試験問題

理 科

(80 分)

物 理 [4 ～ 9 ページ]

化 学 [10 ～ 17 ページ]

生 物 [18 ～ 28 ページ]

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は 28 ページまでである。試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの抜け落ち、ページ順序の誤りまたは解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 解答用紙は**記述式解答用紙 A** 3 枚である。選択する科目によって解答用紙が異なるので、該当する科目の解答用紙を使用すること。
4. 監督者の指示に従って、解答用紙の所定欄に受験番号と氏名及びフリガナを正しく丁寧に記入すること（下の「解答用紙 記入上の注意」を参照）。選択しない科目を含め、3 枚とも記入すること。
5. 物理、化学、生物の中から 1 科目を選択し解答すること。
6. 選択しなかった科目の解答用紙は、試験終了後に回収する。
7. **解答用紙には、第 2 面にも解答欄があるので注意すること。**
8. 解答は解答用紙の所定欄に記入し、その他の部分には何も書かないこと。
9. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離さないこと。
10. 問題冊子は必ず持ち帰ること。

解答用紙 記入上の注意

受験番号の記入について

受験番号（英字と算用数字）は、次の記入例のように正しく丁寧に記入すること。

（記入例）

A B C D E F G H I J K L M

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

生 物

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

20世紀後半になると、DNAを実験的に操作する技術が確立し、生物学に革命的な変化をもたらした。その結果、遺伝子や細胞などを操作し、食品や薬品などを生産するバイオテクノロジーが発展してきた。

バイオテクノロジーの基盤となる技術は、遺伝子組換えと呼ばれるもので、この技術の開発には、特定の配列を認識してDNAを切断する「はさみ」に相当する酵素と、切断部位を別の切断部位につ^①なく「のり」に相当する酵素の発見が重要であった。これら両方の酵素を用いることで、大腸菌などの細菌に含まれるプラスミドと呼ばれる小型の環状DNAに目的の遺伝子を組み込んで、細菌に導入^②し、その細菌を増殖させることにより、目的の遺伝子を増やしたり、タンパク質を合成させることが可能になった。^③

現在では、遺伝子組換え技術により、動植物の品種改良^④はもちろん、ヒトの疾患の治療や医薬品の開発^⑤も行われている。

以下に、遺伝子組換えに関する実験の一例を示す。

【実験】

図1に使用したプラスミド pUC19 を示す。このプラスミドには、抗生物質アンピシリンへの耐性遺伝子 (*amp^r*) と、ラクトース分解酵素の β -ガラクトシダーゼ遺伝子 (*lacZ*) が含まれている。この pUC19 には下線部①の酵素の1つである *Bam*HI によって認識される配列 (認識配列) が *lacZ* の配列中に1箇所だけある (図2)。

pUC19 プラスミドに *Bam*HI を作用させ、切断した。また、遺伝子 X の両末端付近にのみ *Bam*HI^⑥の認識配列が存在するヒトの DNA に *Bam*HI を作用させ、ある遺伝子 X を含む DNA 断片を取り出^⑦した。また、この DNA 断片とプラスミドを混合し、下線部②の酵素を作用させて pUC19 の中に遺^⑧伝子 X を組み込んだ。その後 *amp^r* を持たない大腸菌の培養液と混合し、アンピシリンと IPTG (*lacZ* の発現誘導物質) と X-gal (β -ガラクトシダーゼが作用すると、無色から青色に変化する化学物質) を含む寒天培地で培養した。その結果、青色のコロニーと白色のコロニーの形成が確認され^⑨た。

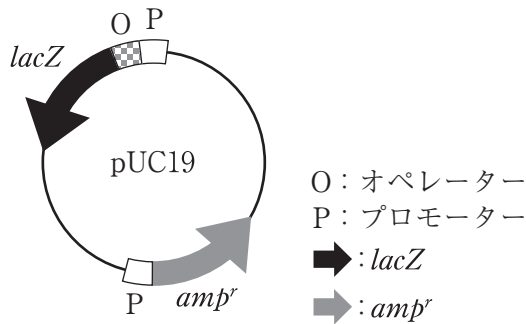


図1 pUC19 プラスミド



図2 BamHI の認識配列



図3 ヒト遺伝子 X 前後の DNA 配列

問1 下線部①のような酵素群を何と呼ぶか、名称を記せ。

問2 下線部②の酵素として適当なものを以下の【選択肢】から選び、記号で答えよ。

【選択肢】

- (i) DNA ポリメラーゼ (ii) RNA ポリメラーゼ
(iii) DNA ヘリカーゼ (iv) DNA リガーゼ

問3 下線部③に関して、以下の設問に答えよ。

- (1) プラスミドのような組換え遺伝子を細菌内に運ぶ小型 DNA は何と呼ばれるか、名称を記せ。
(2) このような小型 DNA として、プラスミドの他に用いられるものを1つ挙げ、名称を記せ。

問4 下線部④に関して、このようにして作られた農作物は遺伝子組換え作物 (GM 作物) と呼ばれる。既に我々の身の回りに出回っている GM 作物を2つ挙げ、名称を記せ。

問5 下線部⑤に関して、この技術を用いて糖尿病などの治療に用いられるタンパク質が合成されている。このタンパク質の名称を記せ。

問6 【実験】に関して、以下の設問に答えよ。ただし、*Bam*HI は認識配列である **GGATCC** の **G** と **G** の間で切断する。

- (1) 下線部⑥に関して、図2をもとに *Bam*HI により切断された末端の様子を解答欄の枠内に図示せよ。
- (2) 図3はヒトの遺伝子Xの前後の配列を示したものである。下線部⑦に関して、ヒトDNAの遺伝子X前後の *Bam*HI により切断された末端の様子が変わるように、図3をもとに作図して解答欄の枠内で図示せよ。
- (3) 下線部⑧に関して、遺伝子Xを組み込んだ pUC19 の様子を図4を参考に作図して解答欄の枠内で図示せよ。

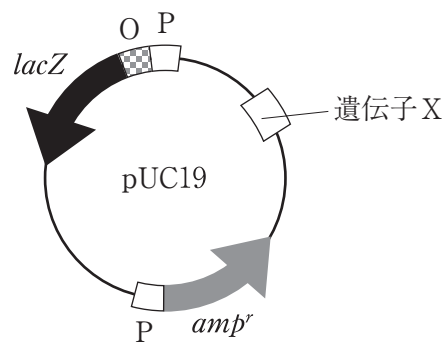


図4 解答例

- (4) 下線部⑨に関して、(i) 青色のコロニーと (ii) 白色のコロニーは、どのような大腸菌が増殖したものと考えられるか。次のア) ~エ) から選ぶとすればどれが最も適切か。それぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。
 - ア) 遺伝子Xが組み込まれたプラスミドを取り込んだ大腸菌
 - イ) 遺伝子Xが組み込まれなかったプラスミドを取り込んだ大腸菌
 - ウ) プラスミドは取り込まなかったが、遺伝子Xは取り込んだ大腸菌
 - エ) プラスミドおよび遺伝子Xのどちらも取り込まなかった大腸菌
- (5) この実験で、他の条件は同じでアンピシリンを含まない寒天培地で培養した場合、アンピシリンを含む培地を用いた場合と比べて、どのような違いが見られると考えられるか。コロニーの様子、数に注目して、解答欄の枠内で簡潔に説明せよ。

生物の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

動物は、外界からの刺激をまず受容器で受け取り、^①神経系を通じてその情報を効果器に伝えることで刺激に応じた反応や行動を起こす。神経系は、神経細胞とグリア細胞の2種類の細胞から構成されており、神経細胞は、受容器で受け取った刺激の情報を伝える 神経とその情報を効果器に伝える 神経、さらにその両者の間をつなぎ複雑な神経のネットワークを形成している介在神経に大別できる。介在神経が密に集合した部分は中枢神経系となる。

神経細胞は体液に取り巻かれており、神経細胞が刺激を受けていない時には、細胞膜の外側に (あ) が多く、内側に (い) が多くなっており、細胞の外側を基準にして細胞の内側が $-50 \sim -90 \text{ mV}$ となる電位差が生じている。この膜電位は 電位と呼ばれ、一部の (い) チャネルが開いていること、そしてほとんどの細胞に存在する膜タンパク質である が、^②(あ) と (い) を交換していることにより生じている。神経細胞では、刺激を受け取ると別の (あ) チャネルが開き、(あ) が細胞内に流入することで $+30 \sim +60 \text{ mV}$ の電位差を生じるが、その (あ) チャネルは $1/1000$ 秒程度ですぐに閉じる。それに少し遅れて (い) チャネルが開き、(い) が細胞外に流出することでもとの電位差に戻る。この膜電位の変化を 電位という。

電位が神経終末まで軸索を伝導すると、狭い隙間を隔ててほかの神経細胞や効果器に興奮を伝達する。^③例えば神経筋接合部では神経伝達物質としてアセチルコリンが使われる。アセチルコリンは筋肉細胞の細胞膜に存在する受容体に結合するが、その受容体は (あ) チャネルの働きも持っており、アセチルコリンが受容体に結合するとチャネルが開き (あ) が細胞内に流入する。このとき、伝達される刺激の大きさはアセチルコリンの量に比例して変わり、 電位とは異なり、全か無かの法則には従わない。

刺激を受け取った筋肉細胞では、筋小胞体の内部に蓄えられていた (う) が放出される。(う) がトロポニンに結合すると、 頭部が フィラメントと相互作用できるようになり、筋肉収縮が起こる。

このように、動物の神経系では神経細胞などの細胞の反応が複雑に調節され、神経のネットワークが構築されることで様々な動物の行動が起こる。さらに、この細胞の反応やネットワークは刺激を受け続けることで変化する。例えば、軟体動物のアメフラシは、水管に触るとえらを引っ込める(えら引っ込め反射)。しかし、これを繰り返し行くと、やがてえらを引っ込めなくなる。これは単純な学習の1つで、慣れと呼ばれる。このアメフラシのえら引っ込め反射にかかわる神経のネットワークでは、水管から出る 神経がえらにつながる 神経に直接接続しており、慣れはこの2つの神経細胞間での刺激の伝達に変化することにより生じる^④ことが知られている。

問1 文中の空欄 ～ に当てはまる最も適切な語句を記せ。

問2 文中の空欄 (あ) ～ (う) に当てはまる最も適切なイオンの名称を記せ。

問3 下線部①に関して、光刺激に対する受容器は目である。視覚に関わる以下の説明文の空欄 ～ に当てはまる最も適切な語句を記せ。

眼球前部にある角膜と水晶体は、光を屈折させて網膜上に像を結ばせる。網膜には と の2種類の視細胞があり、 は網膜中央部、特に黄斑に多く、 は黄斑を取り巻く部分に多く分布する。 は視物質としてロドプシンを持ち、弱い光でも興奮するが には関与しない。ヒトの は、赤色、緑色、青色を吸収する3種の異なる の働きで感じとられている。

問4 下線部②の仕組みを解答欄の枠内で簡潔に記せ。

問5 下線部③に関して、以下の設問に答えよ。

- (1) 興奮の伝達が起こるこの部分を何と呼ぶか、名称を記せ。
- (2) アセチルコリンは通常2つの仕組みによってこの隙間から消失する。その2つの仕組みをそれぞれ解答欄の枠内で簡潔に説明せよ。
- (3) アセチルコリンが速やかにこの隙間から消失することは、興奮の伝達にとって重要である。どのように重要か、解答欄の枠内で簡潔に説明せよ。

問6 下線部④に関して、この2つの神経細胞の間で刺激の伝達にどのような変化が生じていたと考えられるか。文中に記載された内容から考えられることを解答欄の枠内で簡潔に記せ。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生体内で起こる化学反応はまとめて **ア** と呼ばれる。

ア には、単純な物質から複雑な物質を合成する同化と、複雑な物質を単純な物質に分解する異化がある。**ア** の過程では、化学反応に伴ってエネルギーの受け渡しが行われ、すべての生物において主に ATP がその仲立ちをしている。

同化の例としてよく知られるのは光合成である。光合成は、葉緑体内にある チラコイド で起こる反応と、**イ** で起こる反応の2つの過程からなる。チラコイドでは、太陽からのエネルギーを利用して ATP を作り出す。この反応は **ウ** 反応と呼ばれる。また、**イ** で起こる反応により、チラコイドで作られた ATP と NADPH を用いて 二酸化炭素から有機化合物が作られる。

異化の例としてよく知られるのは呼吸である。呼吸では呼吸基質である炭水化物、脂肪、タンパク質が酸化され、二酸化炭素や水などが生じる。発生する二酸化炭素と消費した酸素の体積比は **エ** と呼ばれる。炭水化物を呼吸基質とした呼吸は、主に解糖系、**オ**、電子伝達系の3つの過程で進行する。解糖系は、細胞質基質で進行し、グルコースが分解されて **カ** と ATP が生成する。一方、**オ** と電子伝達系はミトコンドリアで進行する。ミトコンドリアの **キ** で進行する **オ** では、**カ** が分解されるとともに **ク** 型の補酵素が作られる。ミトコンドリア内膜で進行する電子伝達系では、**ク** 型の補酵素から受け渡された電子が最終的に酸素と結びつき、水が発生し、その過程で発生した H^+ が **キ** から膜間腔へ移動し、濃縮され、ATP 合成酵素の働きにより ATP が作られる。

問1 文中の空欄 **ア** ~ **ク** に当てはまる最も適当な語句を【語群】から選び、記せ。

【語群】

マトリックス	Rf 値	還元	ストロマ
酸化的リン酸化	オキサロ酢酸	クエン酸回路	クリステ
代謝	生合成	燃焼	乳酸発酵
光リン酸化	ピルビン酸	呼吸商	酸化

問2 下線部①に関して、以下の記述のうち、誤っているものをすべて選び、記号で答えよ。

- あ) 光化学系の反応中心のクロロフィルは、光エネルギーを受け取ると活性化されて電子を放出する。
- い) 光化学系Ⅱでは、反応中心のクロロフィルは水の分解のために水に電子を受け渡す。
- う) 水は分解されると、酸素分子とともに水素イオンを生じる。
- え) 反応中心のクロロフィルから放出された電子は、光化学系ⅠにおいてNADPHからNADP⁺が作られるのに利用される。
- お) 光化学系Ⅱと光化学系Ⅰの間には電子の受け渡しをするタンパク質で構成された電子伝達系と呼ばれる反応系がある。

問3 下線部②に関して、以下の記述のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- あ) カルビン・ベンソン回路では、二酸化炭素はまずリブローズビスリン酸と反応する。
- い) カルビン・ベンソン回路では、二酸化炭素はまずホスホグリセリン酸と反応する。
- う) カルビン・ベンソン回路では、二酸化炭素はまずグリセルアルデヒドリン酸と反応する。
- え) カルビン・ベンソン回路では、6分子の二酸化炭素が固定されると、18分子のATPが合成される。
- お) カルビン・ベンソン回路では、6分子の二酸化炭素が固定されると、12分子のNADPHが合成される。
- か) ルビスコとは酵素の名称である。
- き) ルビスコとは光を受容する器官の名称である。

問4 下線部③に関して、 $C_{51}H_{88}O_6$ で表される脂肪が代謝される際の

エ

 の値を、四捨五入して小数点以下第2位まで求めよ。

問5 下線部④に関して、ATP合成酵素がATPを合成する仕組みを解答欄の枠内で説明せよ。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

どのような資源をどのように利用するかなど、各生物が生態系の中で占める位置は と呼ばれる。似た姿をもち、似た生活様式を示す生物は、生息地域が異なっても似た を占めることが多い。生物間で の類似の度合いによって種間競争の程度は変わってくる。例えば、図1は生物種 A と生物種 B とを同じ容器内で飼育したときの時間経過に伴うそれぞれの個体数の変化を表したグラフである。また、図2は生物種 A と生物種 C とを同じ容器内で飼育したときの時間経過に伴うそれぞれの個体数の変化を表したグラフである。図1と図2の結果の違いは、生物種 A と B、生物種 A と C における の類似度の差によって生じる。

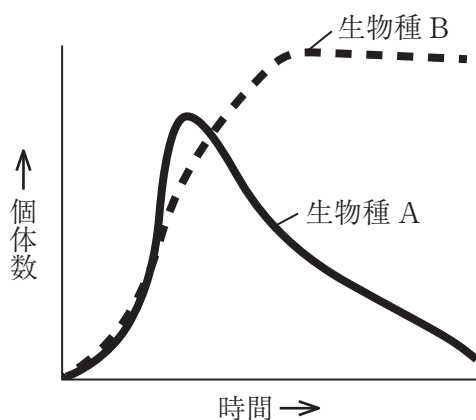


図1 同じ容器内で飼育したときの生物種 A と B の個体数の変動

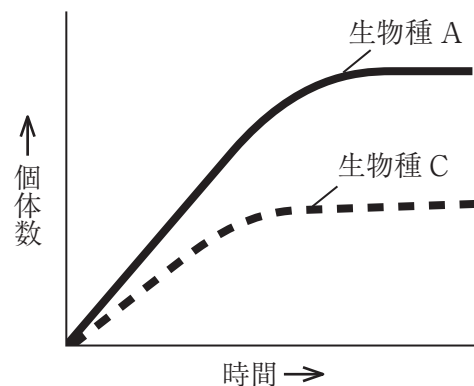


図2 同じ容器内で飼育したときの生物種 A と C の個体数の変動

生物群集内の個体群間の関係はさまざまであるが、重要なものとしては、上記の競争関係の他に、被食者 - 捕食者相互関係も挙げられる。例えば、被食者と捕食者を一緒に飼育すると、図3の数理モデルのように時間の経過に伴って周期的に両者の個体数の増減を繰り返す現象が見られることがある。

個体群間の関係としてこの他に と が挙げられる。一方が利益を得て、他方が利益も不利益も受けない場合を片利 、両方が利益を得る場合を相利 という。また、一方が利益を得て、他方に害を与える場合は という。

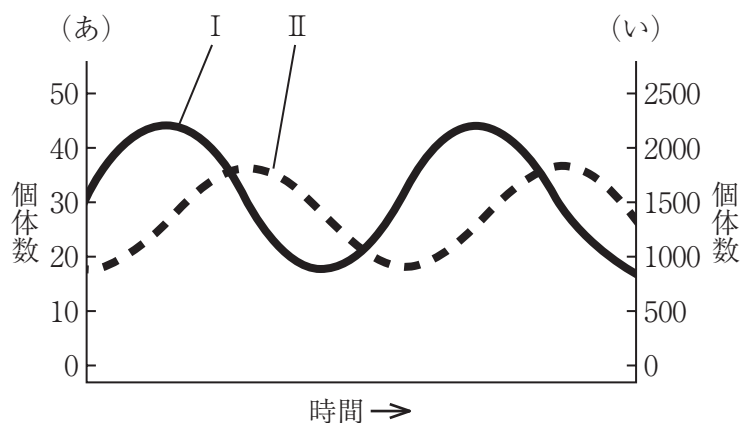


図3 被食者と捕食者の個体数変化の数理モデル

- 問1 文中の空欄 ~ に当てはまる最も適当な語句を記せ。
- 問2 下線部①に関して、 が生物種 A とより類似しているのは生物種 B と C のどちらか、
解答欄 i に記号で答えよ。またそのように答えた理由を解答欄 ii の枠内で記せ。
- 問3 図3の曲線のうち捕食者を表しているのは I と II のどちらか、記号で答えよ。
- 問4 図3のグラフの縦軸 (あ) と (い) はどちらが捕食者の個体数と考えられるか、記号で答えよ。
- 問5 下線部②に関して、被食者と捕食者の個体数のバランスがとれていると図3のような現象が見られるが、図3と同じ被食者と捕食者において、被食者に比べ捕食者の個体数が極端に多い場合、時間経過による被食者と捕食者のそれぞれの個体数の変化はどのようになると考えられるか、図4を参考に解答欄の枠内に説明とともに図示せよ。

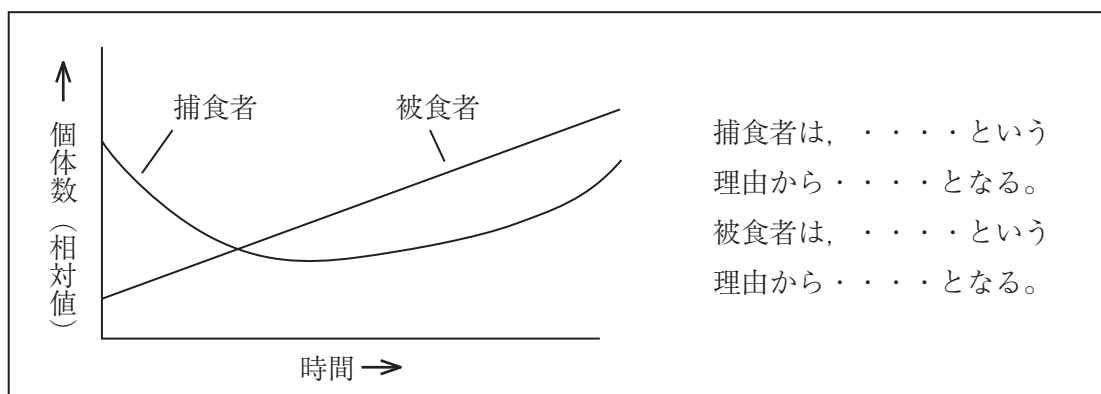


図4 解答例

問6 下線部③に関して，例を一つ挙げ，解答欄の枠内で説明せよ。

問7 個体群の個体数を推定する方法の一つに区画法が挙げられる。図5のような30区画のうち6区画についてある個体群の個体数を調べたところ，各区画に示された数字の通りとなった。30区画全体の個体数はいくつと推定できるか，数値で記せ。ただし，ある個体群，区画，調査法などの条件は，いずれも区画法で個体数の推定を行うのに適当であるものとする。

8				7
	6			
			5	
		4		
	9			

図5 30の区画とそのうち6区画の個体数

問8 個体群の個体数を推定する方法の一つに標識再捕法が挙げられる。ある個体群の個体を捕捉し，標識をつけてその地域に戻す。戻した個体が十分に移動した後，再び個体を捕獲（再捕獲）し，再捕獲した個体数とその中で標識がついていた個体数を数える。このときの個体群の全個体数 N はどのような式で表されるか，「戻した標識個体数」を X ，「再捕獲した個体数」を Y ，「再捕獲した標識個体数」を Z として記せ。ただし，ある個体群，地域，調査法などの条件は，いずれも標識再捕法で個体数の推定を行うのに適当であるものとする。

2021 年度 入学試験問題

数 学・理 科

(80 分)

数 学 [4 ~ 7 ページ]

化 学 [8 ~ 13 ページ]

生 物 [14 ~ 25 ページ]

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は 25 ページまでである。試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの抜け落ち、ページ順序の誤りまたは解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 解答用紙は記述式解答用紙 A 3 枚である。
4. 監督者の指示に従って、解答用紙の所定欄に受験番号と氏名及びフリガナを正しく丁寧に記入すること（下の「解答用紙 記入上の注意」を参照）。選択しない科目を含め、3 枚とも記入すること。
5. 出願した学部により、解答する教科が異なるので、注意すること。
6. 選択しなかった科目の解答用紙は、試験終了後に回収する。
7. 解答用紙には、第 2 面にも解答欄があるので注意すること。
8. 解答は解答用紙の所定欄に記入すること。その他の部分に記入された内容は採点対象外とする。
9. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離さないこと。
10. 問題冊子は必ず持ち帰ること。

解答用紙 記入上の注意

受験番号の記入について

受験番号（英字と算用数字）は、次の記入例のように正しく丁寧に記入すること。

（記入例）

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

生 物

1 次の文章は、ある日の学生たちと教授との会話の一部である。以下の問いに答えよ。

Aさん「なんか頭がクラクラするなあ。」

Bさん「貧血？深呼吸をしてヘモグロビンと酸素を結び付けないと！」

Aさん「ふー（深呼吸）。これで酸素を結合してくれてるかなあ？そういえば、この前の試験で酸素解離曲線の問題が出てたけど、ヘモグロビンって肺で酸素と結合した後、体の中を巡って酸素が欠乏する組織に酸素を届けるんだよね。酸素濃度の変化を感じ取って、必要なところで結合した酸素を離すなんてすごいよ。僕のヘモグロビンはうまく酸素を運べてないのかなあ？」

Bさん「貧血と言えば、教科書に鎌状赤血球症の話が書いてあったね。ひょっとして？」

Aさん「違うよ。健康診断の結果で鉄分不足による貧血って書かれてた。そもそもあの遺伝子はアフリカの一部地域に残っているだけだよ。日本ではあの遺伝子はないんじゃないの？でも、わずかなアミノ酸の変異であんなにひどい貧血体質になるってなんか怖いよね。」

Bさん「たしかタンパク質の合成は、遺伝子から転写された mRNA が核膜孔を通過して細胞質基質へと移動し、リボソームが mRNA に結合して始まるんだね。」

Aさん「そう。その配列に相補的なアンチコドンをもつ tRNA が結合していくんだ。tRNA の末端に結合したアミノ酸はリボソーム内で次々に反応していったタンパク質が作られていくんだね。でも、面白いのは mRNA のコドンは 20 種類のアミノ酸を指定しているだけでなく、タンパク質合成の開始や終了も指定しているってことだよ。」

Bさん「確かに僕たちの頭ではアミノ酸を並べることばかりで、そんなところまで考えが及ばないね（笑）。そう考えると、遺伝子って本当にすごいよね。」

Aさん「ヒトの進化も遺伝子を調べると知ることができるみたいだよ。ヘモグロビンの話を例にして教科書にも出ていたよ。」

Bさん「わっ、面白くなってきた。もっと教えてよ！」

Aさん「DNA には一定の速さで変異が入っていくらしいんだ。鎌状赤血球症のように重篤な貧血をもたらす異常ヘモグロビンの遺伝子であっても、マラリアに抵抗性を示すことからマラリアの流行地域では相対的に有利になって、集団の中に残り続けることがあるらしいんだ。ただ、これは特殊な例であって DNA の大部分は自然選択に対して有利にも不利にも働かないんだって。だから、進化の過程で、その変異が蓄積していつているタンパク質もあるらしいんだ。その変異を調べていくと進化の歴史を自分の手で調べることもできるらしいんだよね。今度の試験にも出るって例題がプリントで渡されていたよね？」

Bさん「あっ！すっかり忘れてた。今からやらなきゃ！」

Aさん「僕、それを勉強していて生物にどんどん興味が湧いてきたんだ。」

Bさん「すごいね、教科書を読んだだけでそんな先生みたいに知識が増えるなんて。というかAさん、立ちくらみは？」

Aさん「なんか熱く話しているうちに治ったみたい。あれ先生。そんなところで何をしてるんですか？」

教授「はは、見つかった。君たちが珍しく勉強のことを話していたからこっそりと聞かせてもらってたんだよ。でも、教科書のつながりも完璧にわかっていて、うまく説明もできるのに、なんでAさんはテストできないんだろう？」

Aさん「…。先生、それは言わない約束ですよ。」

問1 下線部①に関して、以下の文を読み、設問に答えよ。

タンパク質は隣り合うアミノ酸同士が、一方のアミノ酸の 基と、もう一方のアミノ酸のアミノ基の部分で 結合でつながっている。タンパク質はアミノ酸が一行に並んだもので、その並びを一次構造と呼ぶ。ポリ の一部が水素結合などによって折りたたまれて と呼ばれるらせん状の構造になったり、平行に並んで と呼ばれるじぐざぐ状の構造になったりする。これを二次構造と呼ぶ。二次構造が立体的に配置され、タンパク質の構造が形成される。これを三次構造と呼ぶ。さらに高次の構造には四次構造^⑦もある。ヘモグロビンは四次構造をもつ。

また、タンパク質の働きは外的条件^⑧によって失われる。これを失活という。

- (1) 文中の空欄 ～ に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) 下線部⑦はどのような構造か、解答欄の枠内で簡潔に記せ。
- (3) 下線部⑧にはどのようなものがあるか、熱以外の条件を一つ解答欄に記せ。

問2 下線部②に関して、なぜそのような特性を示すことができるのか、ヘモグロビンの酸素解離曲線を図1を参考に解答欄の枠内に図示し、二酸化炭素濃度が与える影響も含めてその特徴を説明せよ。

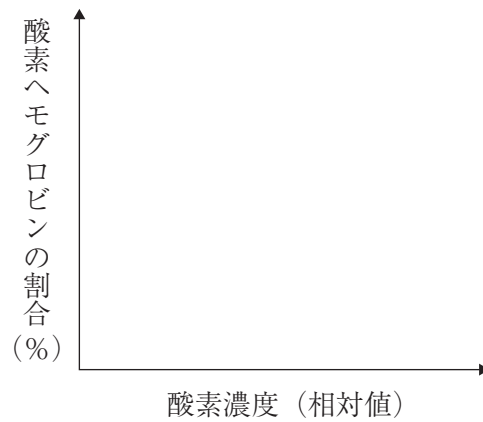


図1 解答に用いるグラフの軸

- 問3 下線部③に関して、そのコドンはあるアミノ酸を指定している。そのアミノ酸の名称を記せ。
- 問4 下線部④のように、様々な変異をもつ個体からなる集団において、自然選択によって環境に適した形質をもつ集団となっていくことを何というか、名称を記せ。
- 問5 下線部⑤に関して、1968年に中立説を提唱した日本人研究者は誰か、人名を記せ。
- 問6 下線部⑥に関して、表1はある祖先から進化した4種類の生物種において共通なある遺伝子の塩基配列の違いを表している。塩基配列番号は変異に注目した9箇所の塩基の位置を表したものである。以下の設問に答えよ。

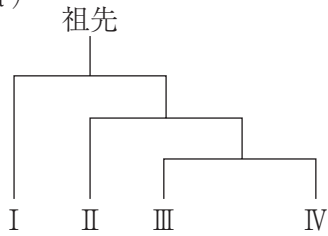
表1 祖先と4種類の生物種（I～IV）に共通なある遺伝子の塩基配列の違い

	塩基配列番号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
祖先	A	C	C	A	T	G	G	C	C
I	A	C	C	G	T	G	G	C	C
II	G	T	T	A	C	G	A	G	T
III	G	T	T	G	C	C	G	C	C
IV	G	T	T	A	C	G	G	G	C

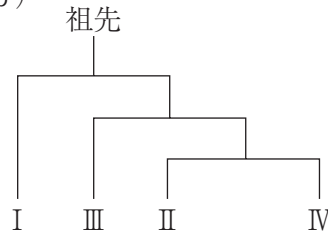
(1) 生物種 I ~ IV の中で最も近縁な種の組み合わせを示せ。

(2) 4 種類の生物種における系統樹はどのようになるか, (a) ~ (ℓ) から一つ選び, 記号で答えよ。

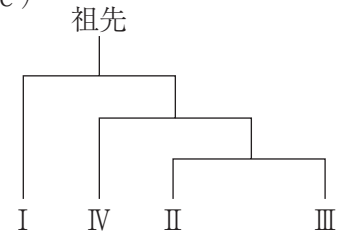
(a)



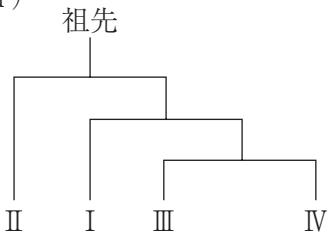
(b)



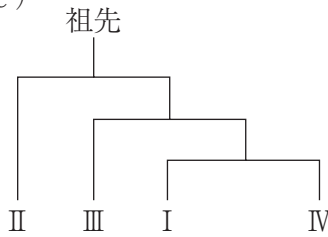
(c)



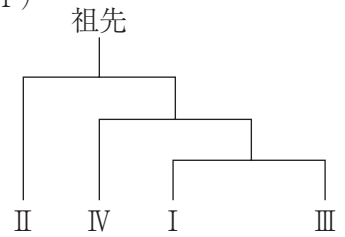
(d)



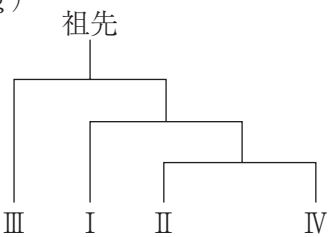
(e)



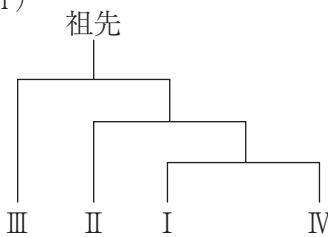
(f)



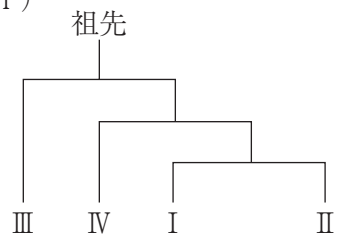
(g)



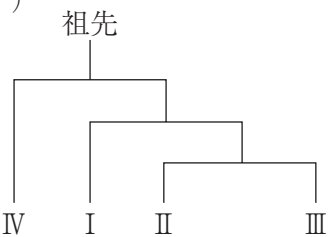
(h)



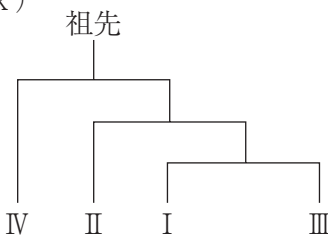
(i)



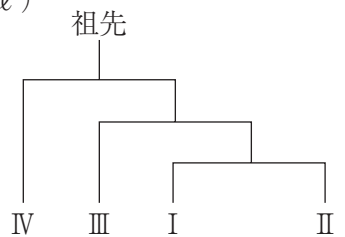
(j)



(k)



(ℓ)



2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

真核生物の遺伝子では、個々のタンパク質の発現量は遺伝子ごとに調節される。特定の遺伝子が発現する際、その遺伝子の転写開始部位の近くに存在する **ア** に基本転写因子とともに **イ** と呼ばれる酵素が結合して転写が開始される。一般的に多細胞生物の身体を構成する細胞はゲノム全体の遺伝情報をもっている。このことは、核の **ウ** 性と呼ばれる。細胞が特定の形や働きをもつように変化する理由は、^①すべての遺伝子が常に働いているわけではなく、^②複雑な発現調節が行われることにより、組織や器官によって発現する遺伝子が異なっているからである。例えば、赤血球ではヘモグロビン、目の水晶体では（あ）、筋肉細胞では（い）、皮膚の真皮では（う）、膵臓のA細胞では（え）などがそれぞれに特徴的なタンパク質として発現している。

一方、原核生物では機能的に関連のある遺伝子が隣接して存在し、まとめて転写されることが多い。このような遺伝子群を **エ** という。大腸菌は生育に必要な炭素源としてグルコースを必要とするが、グルコースが培地になくても、ラクトースがあれば β -ガラクトシダーゼなどの3種類の酵素を合成し、ラクトースを分解してグルコースをつくる。これらの酵素の遺伝子はラクトース **エ** を構成している。培地にグルコースがあり、ラクトースがない場合には、**オ** が **カ** に結合することで β -ガラクトシダーゼなど一連の遺伝子の転写は抑制されている。培地にグルコースがなく、ラクトースがある場合には、ラクトースに由来する物質が **オ** に結合することで **オ** が **カ** に結合できなくなり、 β -ガラクトシダーゼなど一連の遺伝子が **イ** によって転写される。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **カ** に当てはまる最も適切な語句を記せ。

問2 下線部①に関して、このことを示した実験として適当なものを以下の実験の中からすべて選び、記号で答えよ。

- i) マウスの受精卵にGFP（緑色蛍光タンパク質）遺伝子を組み込んだDNAを注入すると、緑色に光るマウスが生まれた。
- ii) ニンジンの根の細胞を培養して形成されるカルスからニンジンの植物体全体が作られた。
- iii) T2ファージを大腸菌に感染させると、約30分後、菌細胞が崩壊してT2ファージが大量に出てきた。
- iv) ヒツジの卵から核を取り除いておき、そこにヒツジの乳腺細胞の核を注入すると、1匹の完全なヒツジが生まれた。
- v) カエルのアルビノ（色素を作れない突然変異体）の小腸の細胞から核を取り出し、紫外線を照射して核の働きを失わせたカエル卵に注入すると、カエルのアルビノが生まれた。
- vi) ゾウリムシの生育環境を悪化させ、接合させることで小核を交換させると、新しい遺伝情報をもつ個体が生まれた。

問3 下線部②に関して、このような細胞の変化を何と呼ぶか、名称を記せ。

問4 下線部③に関して、ア 以外でも DNA 上に発現調節に関わる部分（配列）がある。それが発現調節にどのように関わるか、解答欄の枠内で簡潔に記せ。

問5 文中の空欄（あ）～（え）に当てはまる最も適当なタンパク質を【語群】から選び、記号で答えよ。

【語群】

- a. パラトルモン b. アドレナリン c. インスリン d. クリスタリン
 e. フィブリン f. コラーゲン g. ワクチン h. アクチン
 i. リゾチーム j. グルカゴン

問6 大腸菌における遺伝子発現調節を調べるために X-gal（ β -ガラクトシダーゼの基質となり、分解されると青色の物質を生じる）を用いて次の【実験】を行った。以下の設問に答えよ。

【実験】

正常な大腸菌をいくつか条件を変えたプレート培地上に塗り広げ、恒温器に入れて24時間培養した。その条件と結果を表1に示す。ただし基本培地には、大腸菌の生育に必要なリン酸やイオンが含まれており、炭素源は含まれていない。また、グルコースもラクトースも添加した量は生育に十分な量であり、X-gal も β -ガラクトシダーゼが発現すればコロニーの色が変わる十分な量が添加されているものとする。

表1 大腸菌の遺伝子発現調節を調べる実験

	実験1	実験2	実験3	実験4	実験5	実験6
基本培地	+	+	+	+	+	+
グルコース	+	+	+	-	-	-
ラクトース	-	+	+	④-	+	+
X-gal	+	-	+	+	-	+
結果	(I)	白いコロニーのみが見られた	白いコロニーのみが見られた	(II)	(III)	(IV)

+, - は、それらの試薬などがそれぞれ入っているか入っていないかを示す。

- (1) 下線部④に関して、大腸菌を培養するこのような恒温器は通常何℃に設定されているか、記せ。
- (2) 表1の(I), (III), (IV)には、**W**(白いコロニーのみが見られた)か、**B**(青いコロニーのみが見られた)のいずれかが入る。**W**と**B**のどちらが当てはまるか、適当な方の記号を解答欄に記せ。
- (3) 表1の(II)には、**W**も**B**も当てはまらない。どのような結果となるか、その理由とともに解答欄の枠内で簡潔に記せ。
- (4) 表1の実験3の結果ではラクトースがあるにも関わらず β -ガラクトシダーゼが発現していないことを示している。このことは、大腸菌にとってどのように有利に働いているか簡潔に記せ。

生物の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

被子植物のおしべの先端にある葯やくの中には、多数の花粉母細胞がある。花粉母細胞は減数分裂により、4個の細胞からなる になる。花が咲く頃になると、 のそれぞれの細胞は、不均等な細胞分裂によって、花粉管細胞と 細胞になり、その後 細胞は花粉管細胞に取りこまれて、成熟した花粉が形成される。

めしべの下部にある子房の中には、1個以上の胚珠が含まれている。胚珠の内部では、胚のう母細胞が形成され、続いて減数分裂によって 個の細胞が生じる。そのうち3個の細胞は退化・消失し、残りの細胞が胚のう細胞となる。その後、胚のう細胞は、3回の核分裂を行って8個の核を生じる。8個の核のうち3個は、珠孔側で1個の卵細胞の核と2個の助細胞の核となる。また、他の3個の核は、珠孔の反対側に移動して、それぞれ反足細胞の核となる^②。残りの2個の核は、胚のうの中央に集まり、極核と呼ばれる中央細胞の核となる^③。このようにして、卵細胞をもつ胚のうが胚珠内に形成される。

めしべの柱頭に花粉が付着すると、花粉は発芽して胚のうに向かって花粉管を伸ばす。 細胞は分裂して2個の精細胞になり、花粉管が胚のうに達すると、精細胞は、花粉管の先端から胚のうの中に放出される。1個は卵細胞と受精して受精卵となり、その後、胚となる。もう1個は中央細胞と融合して 細胞となり、その後、 となる。このような現象は と呼ばれる。胚珠の珠皮は変化して種皮となり、胚と を包んで種子が完成する。^⑤

問1 文中の空欄 ～ に当てはまる最も適切な語句または数値を記せ。

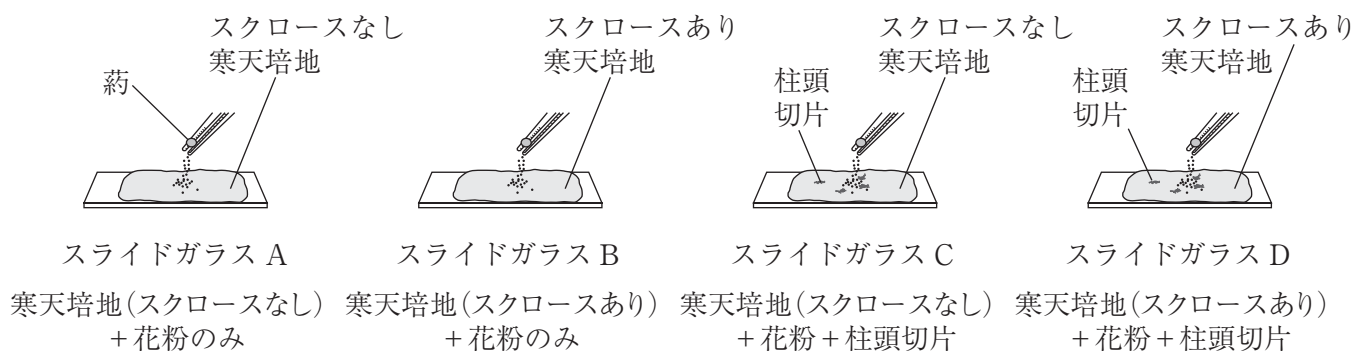
問2 下線部①に関して、花粉母細胞の核相を $2n$ とすると、(i) のそれぞれの細胞、(ii) 胚のう細胞、(iii) 卵細胞、(iv) 精細胞、(v) 受精卵、(vi) 細胞、の核相はそれぞれどのように表されるか、記せ。

問3 下線部②および③に関して、2個の助細胞と3個の反足細胞は受精後、種子の形成とともにどのように変化するか、解答欄の枠内で簡潔に説明せよ。

問4 下線部④に関して、次の【実験】を行った。以下の設問に答えよ。

【実験】

- (I) ホウセンカの成熟した花粉のついた葯と柱頭を用意した。柱頭は薄くスライスして切片とした。
- (II) 10%のスクロースを含む寒天液とスクロースを含まない寒天液を用意した。2枚のライドガラスにスクロースを含む寒天液を、別の2枚のライドガラスにスクロースを含まない寒天液を塗り拡げた。
- (III) 寒天液が固まったら、葯から花粉を4枚のライドガラス上の寒天培地に落とし、全体に塗り拡げた。
- (IV) スクロースを含む培地と含まない培地のライドガラス1枚ずつについて、柱頭の先端部の切片を培地上に2, 3枚ずつ、しっかりと密着するように置いた(図1)。
- (V) 寒天培地の乾燥を防ぐため、ライドガラスをペトリ皿に移してふたをし、25℃で培養した。花粉を落として30分後に検鏡し、花粉の発芽を観察した。



- (1) スライドガラス A~D 上の花粉はすべて花粉管を伸ばしたが、平均の長さはスライドガラスによって異なっていた。花粉管の平均の長さが長いものから順に A~D の記号を並べよ。
- (2) 柱頭切片を置いたスライドガラス C, D では、花粉管はその方向へと伸びる傾向があったが、柱頭切片を置いていないスライドガラス A, B では、さまざまな方向へ伸びた。これらの結果から、柱頭には花粉管を誘引する物質が含まれることが予想される。最終的には花粉管は胚のうに向かうことから、胚のうに含まれる細胞が誘引物質を放出していると考えられる。どのような実験をすれば、誘引物質を放出している細胞を特定することができるか、解答欄の枠内で説明せよ。

問5 下線部⑤に関して、被子植物の種子は発芽に必要な栄養の貯蔵場所の違いで2種類に大別できる。それぞれの名称を解答欄(i)に記し、それらに対応する特徴を解答欄(ii)の枠内で説明せよ。

4 以下の問いに答えよ。

問1 各生態系の現存量と純生産量をまとめた表1に関して、以下の設問に答えよ。

表1 各生態系の現存量と純生産量

生態系		地球全体での 面積 10^6 km^2	現存量		純生産量	
			合計 10^{12} kg	平均 kg/m^2	合計 $10^{12} \text{ kg}/\text{年}$	平均 $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$
森林	(ア)	20.5	290.0	14.1	(ク)	0.76
	(イ)	24.5	1025.0	41.8		2.02
	温帯林	12.0	385.0	32.1		1.24
耕地		14.0	14.0	(キ)	9.1	0.65
(ウ)		24.0	74.0	3.1	18.9	0.79
荒原		50.0	18.5	0.4	2.8	0.06
(エ)		4.0	30.1	7.5	4.5	1.13
陸地合計		149.0	1836.6	12.3	115.2	0.77
(オ)		29.0	2.9	0.1	(ケ)	0.47
(カ)		332.5	1.0	0.003	(コ)	0.12
海洋合計		361.5	3.9	0.01	(サ)	0.15

(1) 表中の(ア)～(カ)に当てはまる最も適当な語句を【語群】より選び、記号で答えよ。

【語群】

- (i) 北方針葉樹・低木林 (ii) 熱帯林 (iii) 外洋
(iv) サバンナ・温帯イネ科草原 (v) 浅海 (vi) 湿地・湖沼・河川

(2) 荒原には「地球全体での面積」、「現存量平均」、「純生産量」について他の生態系と比較して、どのような特徴があるか、解答欄の枠内で説明せよ。

(3) 表中の(キ)に当てはまる数値を、四捨五入して小数点以下第1位まで求めよ。

(4) 表中の(ク)に関して、森林全体の純生産量は陸地の全生態系の合計の何割程度に相当するか、【選択肢】から一つ選び、記号で答えよ。

【選択肢】

- a) 1割 b) 3割 c) 5割 d) 7割 e) 9割

(5) 表中の(ケ)～(サ)に関して、(サ)は地球全体の純生産量の何割程度に相当するか、【選択肢】から一つ選び、記号で答えよ。

問2 ある淡水生態系での太陽光，生産者，一次消費者，二次消費者におけるエネルギー収支をまとめた図1に関して，以下の設問に答えよ。

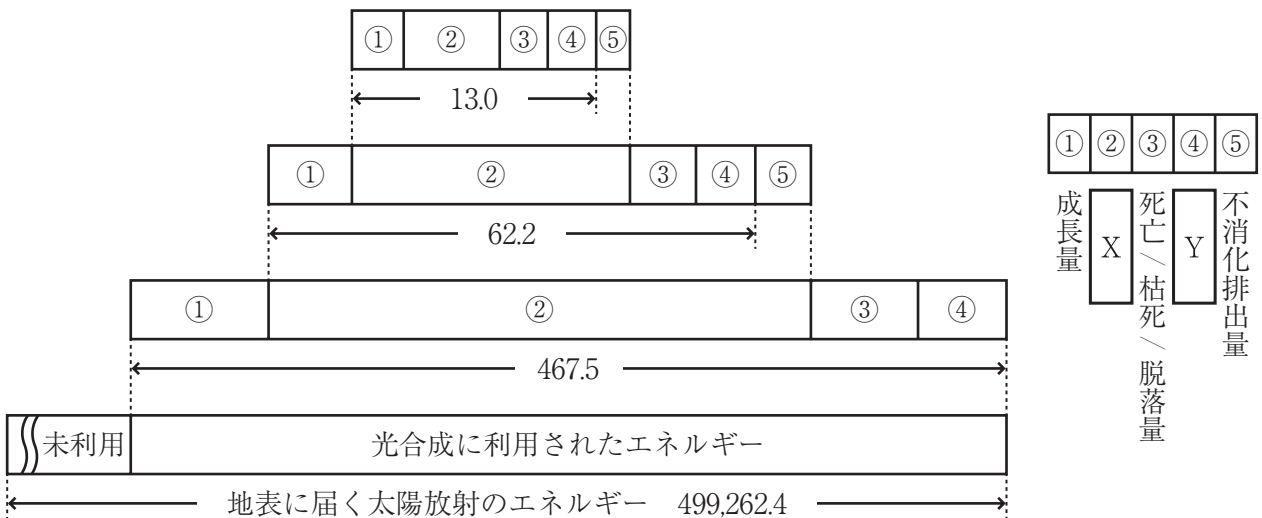


図1 ある淡水生態系での太陽光，生産者，一次消費者，二次消費者におけるエネルギー収支（数値の単位は $J/(cm^2 \cdot 年)$ 。枠の大きさが各項目の実際の量を表しているわけではない。）

- (1) 図中の空欄 および に当てはまる最も適切な語句を記せ。
- (2) 純生産量は図中の①～⑤を用いるとどのように表すことができるか，例を参考にして記せ。
例： $① + ② - ⑤$
- (3) 図1に関する以下の記述のうち正しいものをすべて選び，記号で答えよ。
 - あ) 地表に届く太陽放射のエネルギーのうち，ごく一部が光合成に利用される。
 - い) 地表に届く太陽放射のエネルギーのうち，大部分が光合成に利用される。
 - う) 一次消費者の同化量は $62.2 J/(cm^2 \cdot 年)$ である。
 - え) 一次消費者の同化量は $467.5 J/(cm^2 \cdot 年)$ である。
 - お) 生産者の摂食量は $467.5 J/(cm^2 \cdot 年)$ である。
- (4) 生産者が固定したエネルギーのうち，二次消費者に移行して同化されたエネルギーは何%に相当するか，四捨五入して小数点以下第1位までの数値で記せ。

2021 年度 入学試験問題

理 科

(80 分)

物 理 [4 ~ 9 ページ]

化 学 [10 ~ 16 ページ]

生 物 [18 ~ 26 ページ]

受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は 26 ページまでである。試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの抜け落ち、ページ順序の誤りまたは解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
3. 解答用紙は**記述式解答用紙 A** 3 枚である。選択する科目によって解答用紙が異なるので、該当する科目の解答用紙を使用すること。
4. 監督者の指示に従って、解答用紙の所定欄に受験番号と氏名及びフリガナを正しく丁寧に記入すること（下の「解答用紙 記入上の注意」を参照）。選択しない科目を含め、3 枚とも記入すること。
5. 物理、化学、生物の中から 1 科目を選択し解答すること。
6. 選択しなかった科目の解答用紙は、試験終了後に回収する。
7. **解答用紙には、第 2 面にも解答欄があるので注意すること。**
8. 解答は解答用紙の所定欄に記入し、その他の部分には何も書かないこと。
9. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離さないこと。
10. 問題冊子は必ず持ち帰ること。

解答用紙 記入上の注意

受験番号の記入について

受験番号（英字と算用数字）は、次の記入例のように正しく丁寧に記入すること。

（記入例）

A B C D E F G H I J K L M

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

生 物

1 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

日長の季節変動に対して植物が反応する性質は、(a) とよばれる。種子植物は花を咲かせて種子をつくるが、このときに起こる栄養成長から生殖成長への切り替えにも (a) が関与しており、日長は花芽形成を調節する重要な環境要因である。日長が一定以上になると花芽を形成する植物を (b) 植物、一定以下になると花芽を形成する植物を (c) 植物という。(c) 植物であるオナモミの実験では、花芽形成に影響を与える環境要因は、連続した (d) の長さであることが示された。一般に、(c) 植物では、日長は (e) とよばれる (f) 受容体によって感知される。その結果、フロリゲン（花成ホルモン）である FT や Hd3a というタンパク質が (g) で合成されて、維管束を②通って茎頂分裂組織へ①輸送され、花芽の形成が促進される。

問1 (a) ～ (c) にあてはまる最も適切な語句を記入せよ。

問2 (d) ～ (g) にあてはまる最も適切な語句を以下の選択肢から一つ選び、記号を解答欄に記入せよ。

- | | | | |
|---------|------------|-------------|------------|
| (ア) 暗期 | (イ) 花粉 | (ウ) 茎 | (エ) クロロフィル |
| (オ) 青色光 | (カ) 赤色光 | (キ) チャネル | (ク) 根 |
| (ケ) 葉 | (コ) フィトクロム | (サ) フォトトロピン | (シ) 明期 |

問3 下線部①について、日長以外にも花芽形成に影響を与える環境要因が知られている。例えば、秋まきコムギを秋にまくと翌年の初夏に花をつけるが、春にまくと年内には花をつけない。その理由について、簡潔に説明せよ。

問4 下線部②について、維管束系は2種類の主要な管状の通道組織で構成されている。フロリゲンが合成された部位から茎頂分裂組織に輸送される時に通る通道組織の名称を、解答欄(1)に記入せよ。また、この通道組織が担う一般的な役割を、解答欄(2)に簡潔に記述せよ。

生物の試験問題は次に続く。

2 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

光学顕微鏡を使い、ウニの受精と発生の観察を行った。最初に、ウニの雌から採取した卵の直径を、マイクロメーターを用いて測定した。卵を入れたシャーレに精子を加えて観察すると、精子が活発に動き、卵の周囲に群がる様子がみられた。しばらくすると、卵のまわりに受精膜が形成された。やがて、卵割が開始し、(A) 期までは、卵割がすべて経線方向に起こった。また、(B) 期からは、大きさの異なる割球を生じる不等割が観察された。その後、内部にすき間がみられる(C) 期を経て、細胞の外側に繊毛が生じる(D) となり、ふ化して泳ぎだした。この頃、植物極側から胚の内側へ細胞が遊離し、一次間充織がみられた。その後、植物極側の細胞が内部に向かって陥入する(E) となった。陥入が生じた部位を(a) という。この時期に、再び胚の内側に細胞が遊離して二次間充織となり、その後、プリズム幼生期を経て、やがて(F) となり、大きく形態を変化させる(b) という過程を経て成体となった。

問1 文中の(a) と(b) にあてはまる最も適切な語句を記入せよ。

問2 文中の(A) ~ (F) にあてはまる最も適切な語句を、以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- | | | | |
|-------------|---------|---------|----------|
| (ア) 2細胞 | (イ) 4細胞 | (ウ) 8細胞 | (エ) 16細胞 |
| (オ) プルテウス幼生 | (カ) 桑実胚 | (キ) 原腸胚 | (ク) 神経胚 |
| (ケ) 尾芽胚 | (コ) 胞胚 | | |

問3 下線部①について、以下の問いに答えよ。

(1) 接眼マイクロメーターが取り付けられている光学顕微鏡で対物マイクロメーターを操作したところ、接眼マイクロメーターの15目盛り分と対物マイクロメーターの7目盛り分が一致した。対物マイクロメーターの1目盛りは1mmを100等分したものである。その後、同じ倍率で卵の直径を測定したところ、接眼マイクロメーターの20目盛り分に相当した。卵の直径は何 μm か、計算して答えよ。なお、答えは小数点以下第2位の数字を四捨五入して、第1位まで求めよ。

(2) 別の試料を観察するために、(1)の状態から、対物レンズの倍率を2倍高くした。その時に接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターの幅は(1)の時と比較して、それぞれどのようにみえるか。最も適当なものを以下の選択肢から一つ選び、接眼マイクロメーターの場合を解答欄(a)に、対物マイクロメーターの場合を解答欄(b)に記入せよ。

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| (ア) 2倍にみえる | (イ) 変わらない | (ウ) 半分に見える |
|------------|-----------|------------|

問4 下線部②について、精子のべん毛運動に関わる細胞骨格の名称を記入せよ。

問5 初期の卵割様式は、動物種により異なる。その理由について、卵内の物質に焦点を当て、簡潔に説明せよ。

問6 下線部③の部分が成体の口になる生物を、以下の選択肢の中からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) プラナリア (イ) ヒト (ウ) ウニ (エ) ミミズ
(オ) タコ (カ) ホヤ (キ) サメ (ク) ハエ

3 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

脊椎動物は、受容器で受け取った膨大な情報を神経系で処理することで、その環境に応じた反応や行動をすることができる。神経系は、ニューロンどうしが互いにつながり、複雑なネットワークを構成している。神経系のうち、脳と^①脊髄はまとめて（ a ）神経系とよばれ、それ以外のニューロンはまとめて、（ b ）神経系とよばれている。脊椎動物の脳には、大脳や中脳などのさまざまな部位が含まれている。^②

大脳は、左右の大脳半球に分かれており、両半球ともに、外側の大脳皮質は、灰色にみえることから（ c ）といわれる。^③これに対して、大脳の内側は、白色にみえるため（ d ）といわれる。（ d ）には、多くのニューロンの（ e ）がある。^④哺乳類の大脳皮質は、（ f ）と、両生類や虫類にもみられる古い皮質である辺縁皮質からなり、ヒトでは前者がとても大きく発達している。^④

間脳は、視床と視床下部からなる。視床下部は、（ g ）系と内分泌系の中心的な役割を担っており、体温や血糖などの調節にかかわっている。

脊髄は、脊椎骨のなかを走る円柱状の構造で、（ a ）神経系に含まれる。脊髄の内側には（ c ）があり、外側には（ d ）がある。ヒトの脊髄からは、31対の（ b ）神経の束が左右の背根と腹根を通っている。背根は（ h ）神経が通る経路であり、腹根は、（ i ）神経と（ g ）が通る経路である。脊髄は受容器や効果器などと脳との間での情報のやりとりの経路となるだけでなく、脳を介さず無意識にすばやい反応を行うしくみにおいても重要な役割を担っている。^⑤

問1 文中の（ a ）～（ i ）にあてはまる最も適切な語句を記入せよ。なお、図1に示す（ c ）と（ d ）は、文中の（ c ）と（ d ）に対応する。

問2 下線部①で示す、ニューロンどうしがつながる部分は何とよばれているか、適切な単語を答えよ。

問3 下線部②で示す脳のさまざまな部位は、前端から後方へ向かって並んでいる。前端から後方への並び順にあてはまる脳の部位の組合せとして、最も適切なものを以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- | | | | | | |
|-----|----|----|----|--------------------|----|
| (ア) | 大脳 | 中脳 | 小脳 | 延髄 ^{えんずい} | 間脳 |
| (イ) | 大脳 | 間脳 | 中脳 | 小脳 | 延髄 |
| (ウ) | 大脳 | 小脳 | 延髄 | 中脳 | 間脳 |
| (エ) | 大脳 | 延髄 | 小脳 | 間脳 | 中脳 |
| (オ) | 大脳 | 中脳 | 間脳 | 延髄 | 小脳 |
| (カ) | 大脳 | 延髄 | 間脳 | 中脳 | 小脳 |
| (キ) | 大脳 | 中脳 | 延髄 | 小脳 | 間脳 |

問4 下線部③で示す外側の大脳皮質が、大脳の内側よりも灰色にみえるのは大脳皮質のある特徴による。その特徴とは何か簡潔に答えよ。

問5 下線部④の脳領域はどのような役割をもっているのか、最も適当なものを以下の選択肢から一つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 視覚・聴覚などの感覚情報の処理に関わる中枢
- (イ) 体のさまざまな部位の随意運動をつかさどる中枢
- (ウ) 言語や思考や意志などの高度な精神活動の中枢
- (エ) 情動といった、本能的な行動や基本的な感情の中枢

問6 下線部⑤のように、刺激に対して意志とは関係なく無意識に起こる反応を何というか、最も適当な語句を記入せよ。

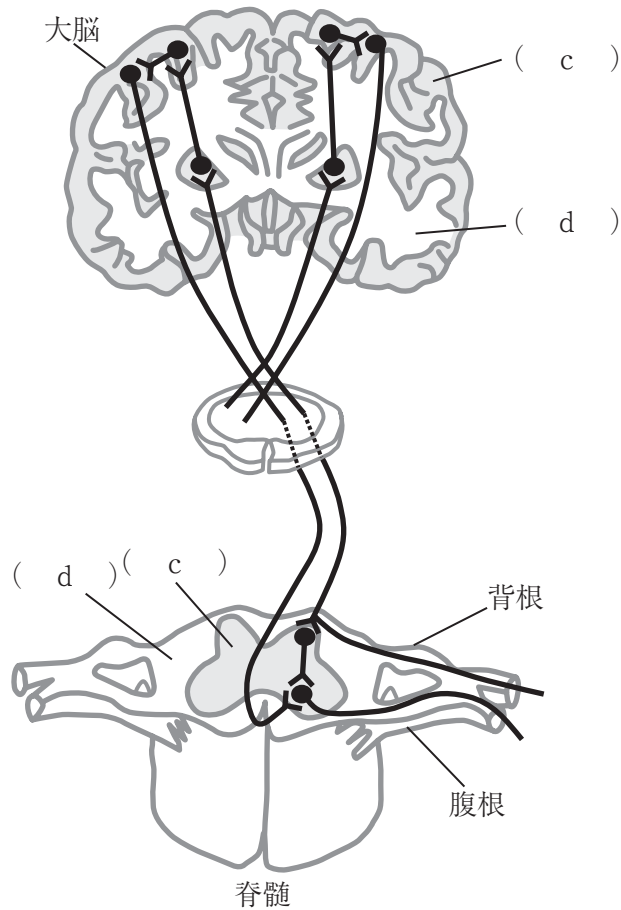


図1

4 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

単細胞の真核生物である酵母の X 遺伝子は、(a) 個のアミノ酸からなるタンパク質をコードしている。人工的な処理によって X 遺伝子をもたなくなった変異体酵母 (酵母 x) は、26℃では生育できるが、36℃で生育することができない。図1のように、X 遺伝子と緑色蛍光タンパク質 (GFP) 遺伝子がひとつづきになった X-GFP 融合遺伝子を含むプラスミド I を PCR 法 を利用して作製した。このプラスミドを酵母に導入すると、プロモーターのはたらき^①によって下流に位置する X-GFP 融合遺伝子の転写が誘導される。その結果、タンパク質 X と GFP がひとつづきになった X-GFP 融合タンパク質が合成される。この X-GFP 融合タンパク質は、GFP の蛍光と、タンパク質 X の機能をあわせもつことがわかっている。

ある手法を用いて、このプラスミド上の X-GFP 融合遺伝子にランダムな変異を起こすことを試みた。その結果、それぞれ異なる変異が起こった X-GFP 遺伝子を含むプラスミド II～IV が得られた。酵母 x に、プラスミド I～IV を別々に導入し、以下に示す実験を行なった。結果は表1にまとめられている。また、X-GFP 融合遺伝子にはイントロンはなく、起こった変異によって新たにスプライシングが起きるということはなかった。

[実験 1] プラスミドを酵母 x に導入した後、顕微鏡を使って GFP の蛍光が観察されるかを調べた。実験はすべて 26℃で行なった。

[実験 2] 酵母 x の 36℃での生育がプラスミドの導入によってどのように変化したかを調べた。

なお、プラスミド II～IV に起こった変異は、それぞれ、表1に示す一箇所のみであった。

問1 下線部①について、以下の設問に答えよ。

(1) 2本鎖 DNA を鋳型として、PCR 法によって目的の DNA を増やすために、反応液に加える必要があるものを、以下の選択肢からすべて選び、記号で答えよ。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| (ア) アデニンをもつヌクレオチド | (イ) ウラシルをもつヌクレオチド |
| (ウ) グアニンをもつヌクレオチド | (エ) シトシンをもつヌクレオチド |
| (オ) チミンをもつヌクレオチド | (カ) DNA ポリメラーゼ |
| (キ) RNA ポリメラーゼ | |

(2) PCR 法において、2本鎖 DNA を1本鎖にするために、どのような処理がおこなわれるか、簡潔に答えよ。

(3) 2本鎖 DNA が1本鎖になるときに切断される、塩基間の結合の名称を答えよ。

問2 問題文と図1を参照し、文中の（ a ）にあてはまる最も適当な数字を記入せよ。ただし、ここで用いている GFP タンパク質は 250 個のアミノ酸からなる。

問3 酵母 x にプラスミドⅡを導入し、そのプロモーターから転写を誘導した。すると、本来合成されるはずの X-GFP 融合タンパク質ではなく、X タンパク質よりも短いタンパク質が合成されていた。プラスミドⅡに起こった変異によって、なぜこのような結果になったと考えられるか、説明せよ。

問4 プラスミドⅢにある X-GFP 融合遺伝子に起こった変異は、X-GFP 融合タンパク質にアミノ酸置換を引き起こしたことが、実験結果から読み取れる。以下の問いに答えよ。

- (1) X-GFP 融合タンパク質の何番目のアミノ酸が変化したと考えられるか、数字で答えよ。
- (2) この変異がアミノ酸の種類の変化を引き起こす性質であると考えられるのはなぜか。実験1と実験2の結果を用いて、150字以内で説明せよ。

問5 プラスミドⅣにある X-GFP 融合遺伝子に起こった変異について、最も適当な記述を、以下の選択肢から一つ選び、解答欄に記入せよ。

- ① 実験1の結果から、アミノ酸の種類の変化を引き起こす変異であると考えられる。
- ② 実験1の結果から、アミノ酸の種類の変化を引き起こさない変異であると考えられる。
- ③ 実験2の結果から、アミノ酸の種類の変化を引き起こす変異であると考えられる。
- ④ 実験2の結果から、アミノ酸の種類の変化を引き起こさない変異であると考えられる。
- ⑤ 実験1と2の結果から、アミノ酸の種類の変化を引き起こす変異であると考えられる。
- ⑥ 実験1と2の結果から、アミノ酸の種類の変化を引き起こさない変異であると考えられる。
- ⑦ 実験1と2の結果から得られる情報は、アミノ酸の種類の変化を引き起こす変異か否かを判断するには十分ではない。

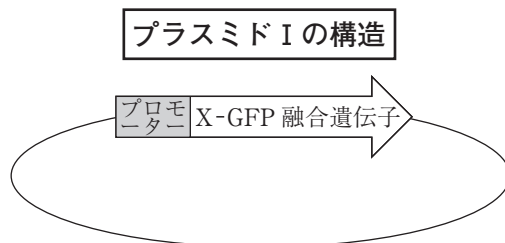


図 1

導入した プラスミド	実験 1 (26℃)	実験 2 (36℃)	変異の場所と種類
なし	蛍光なし	生育しない	
プラスミド I	蛍光あり	生育する	
プラスミド II	蛍光なし	生育しない	X 遺伝子の 100 番目の塩基の直後に 1 塩基の挿入があった。
プラスミド III	蛍光あり	生育しない	X 遺伝子の 43 番目の塩基が別の塩基に変化していた。
プラスミド IV	蛍光あり	生育する	X 遺伝子の 49 番目の塩基が別の塩基に変化していた。

表 1