

2025年度  
生 物

2025年2月1日実施  
獣医学部 獣医学科, 動物資源科学科, グリーン環境創成科学科  
海洋生命科学部 海洋生命科学科

受験番号		氏名	
------	--	----	--

**【注 意 事 項】**

1. 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は60分です。
3. この問題冊子は1ページから17ページまであります。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
5. 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては、解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
6. 試験監督の指示により、解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し、さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
7. 試験監督の指示により、問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
8. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
9. 計算用紙はないので、問題冊子の余白部分を使用すること。
10. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気づいた場合は、手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
11. 試験終了後、問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。

(余 白)

【注意】 1つの設問に対して複数解答する場合には、その設問に該当するマークシートの解答番号欄にすべての解答をマークしなさい。

I 遺伝子発現と分子進化に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

DNAをもつことはすべての生物に共通する特徴であり、生物の遺伝情報はDNAに保持されている。

ア DNAの遺伝情報に基づいて、タンパク質が合成されることを遺伝子発現といい、生物は遺伝子発現により、さまざまな形質を示す。

生物種間のDNAの塩基配列の違いは、イ 突然変異および自然選択や遺伝的浮動などによる集団内の遺伝子頻度の変化によって生じる。このようなウ DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列で起きた変化の蓄積を分子進化という。エ 分子進化を調べることにより作成した分子系統樹が、生物種が共通祖先から分岐した年代を推定するために広く活用されている。

問1 下線部アについての以下の問いに答えなさい。

1. タンパク質合成の場であるリボソームについての記述として、適切なものをすべて答えなさい。 1

- ① 原核細胞どうしの細胞内共生により生じたと考えられている。
- ② 原核細胞には存在しない。
- ③ リン脂質の二重層からできた1枚の膜に包まれた構造体である。
- ④ DNAと結合する部位がある。
- ⑤ 大小2つのサブユニットからなる。
- ⑥ 小胞体に付着しているものがある。
- ⑦ 1つのリボソームには、複数のmRNAが同時に結合する。

2. 真核生物において、リボソームまでアミノ酸を運ぶtRNAについての記述として、適切なものを3つ答えなさい。 2

- ① mRNAのコドンと相補的な塩基配列をもつ領域がある。
- ② コドンと同じく64種類存在する。
- ③ 1つのtRNAは、同じ種類のアミノ酸を繰り返し運ぶことができる。
- ④ 運んだアミノ酸をmRNAのコドンと直接結合させる。
- ⑤ 運んだアミノ酸どうしをペプチド結合で連結させる。
- ⑥ リボースを含むヌクレオチドが複数結合した構造である。
- ⑦ ヌクレオソーム構造を形成する。

問2 図1には、ある遺伝子のDNAのセンス鎖の塩基配列の一部が示されている。この領域の塩基配列はすべて転写・翻訳され、最初のATGが開始コドンに相当する塩基配列である。下線部イについて、図1に示すDNAの塩基配列中の□で囲った塩基Cの部分にのみ、塩基の置換または欠失が生じたとき、合成されるタンパク質に起きる可能性のあることは何か。遺伝暗号表を参照して、適切なものをそれぞれすべて答えなさい。ただし、合成されるタンパク質は翻訳後の切断を受けないものとする。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

ATG TTT CCT AAT GCC TTA CAA TGイ AGC CTA

図1 ある遺伝子のDNAのセンス鎖の塩基配列の一部

遺伝暗号表

コドンの2番目の塩基

		U		C		A		G			
U	UUU	フェニルアラニン		UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	
	UUC			UCC		UAC	UGC	C			
	UUA	ロイシン		UCA		UAA	終止コドン		UGA	終止コドン	A
	UUG			UCG		UAG	UGG	トリプトファン	G		
C	CUU	ロイシン		CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	
	CUC			CCC		CAC	CGC	C			
	CUA			CCA		CAA	CGA	A			
	CUG			CCG		CAG	CGG	G			
A	AUU	イソロイシン		ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	
	AUC			ACC		AAC	AGC	C			
	AUA			ACA		AAA	AGA	A			
	AUG	メチオニン(開始コドン)	ACG	AAG		リシン	AGG	アルギニン	G		
G	GUU	バリン		GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	
	GUC			GCC		GAC	GGC	C			
	GUA			GCA		GAA	GGA	A			
	GUG			GCG		GAG	グルタミン酸	GGG		G	

1. 塩基の置換 3

2. 塩基の欠失 4

- ① 1つのアミノ酸が別のアミノ酸に変化する。
- ② 2つのアミノ酸が別のアミノ酸に変化する。
- ③ アミノ酸が1つ挿入される。
- ④ アミノ酸が1つ欠失する。
- ⑤ 終止コドンが生じて、7つのアミノ酸からなる短くなったペプチドが生じる。
- ⑥ 終止コドンが生じて、8つのアミノ酸からなる短くなったペプチドが生じる。
- ⑦ 変化が生じない。

問3 下線部ウについての以下の問いに答えなさい。

1. 分子進化の速度についての記述として、最も適切なものを1つ答えなさい。 5

- ① 異なる遺伝子でも、分子進化の速度は一定である。
- ② 1つの遺伝子では、遺伝子内のどの領域でも分子進化の速度は一定である。
- ③ タンパク質に翻訳される遺伝子の領域は、翻訳されない遺伝子の領域と比較すると、分子進化の速度が速い傾向がある。
- ④ コドンの3番目の位置に相当する塩基でみられる分子進化は、コドンの1番目の位置に相当する塩基でみられる分子進化と比較すると、速度が速い傾向がある。
- ⑤ 機能的に重要な遺伝子ほど、分子進化の速度が速い傾向がある。

2. 分子進化において、上記 5 はどのように解釈されているか。最も適切な記述を1つ答えなさい。

6

- ① 形質に現れる変化と形質に現れない変化のどちらも、常に遺伝的浮動よりも自然選択による影響を受けやすいと考えられている。
- ② 形質に現れる変化と形質に現れない変化のどちらも、常に自然選択よりも遺伝的浮動による影響を受けやすいと考えられている。
- ③ 形質に現れる変化は遺伝的浮動による影響を受けやすく、形質に現れない変化は自然選択による影響を受けやすいと考えられている。
- ④ 形質に現れる変化は自然選択による影響を受けやすく、形質に現れない変化は遺伝的浮動による影響を受けやすいと考えられている。

問4 下線部エについての以下の問いに答えなさい。

1. 3つの異なる現生の生物種であるJ, K, Lが共通にもつ、アミノ酸400個からなるタンパク質がある。このタンパク質のアミノ酸配列をJとKの間で比較すると、20個のアミノ酸が異なっていた。また、JとLの間では56個のアミノ酸が異なっており、KとLの間では54個のアミノ酸が異なっていた。JとKはその共通祖先から、約3000万年前に分岐したと考えられている。分子時計の考え方にに基づき、JとKの祖先がLとの共通祖先から分岐したと考えられる年代を計算し、最も適切な値を答えなさい。ただし、7 は1億の位の数字、8 は1000万の位の数字、9 は100万の位の数字、10 は10万の位の数字、11 は1万の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は、「10 0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

約 7 億 8 9 10 11 万年前

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0

2. 以下の表は、4つの異なる生物種のW, X, Y, Zが共通してもつ、ある遺伝子の塩基配列の一部を比較した結果である。表中の塩基の番号は、配列内の塩基の位置を表し、「・」は、Wと同じ塩基であることを示している。図2はこの表に基づいて、突然変異の起きた回数が最小になるよう作成した分子系統樹である。図2中の(あ), (い), (う)は、X, Y, Zのいずれかである。●(a, b, c, g)は、それぞれ最も近い分岐点からW, (あ), (い), (う)に至るまでの過程の任意の時点、●(d)は、4つの生物種が共通祖先から分岐する以前の任意の時点、●(e, f)は、それぞれ隣接する2つの分岐点の間の任意の時点をそれぞれ示す。ただし、この分子系統樹の分岐間の距離や枝の長さは、塩基配列の違いの割合を反映していない。表と図2に基づいて以下の問いに答えなさい。

表 ある遺伝子の塩基配列の一部

種名 \ 塩基の番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W	T	A	C	T	C	C	T	G	A	G
X	・	・	・	・	G	・	・	・	G	・
Y	・	・	・	・	G	・	A	・	G	・
Z	・	・	・	・	G	・	・	・	・	T

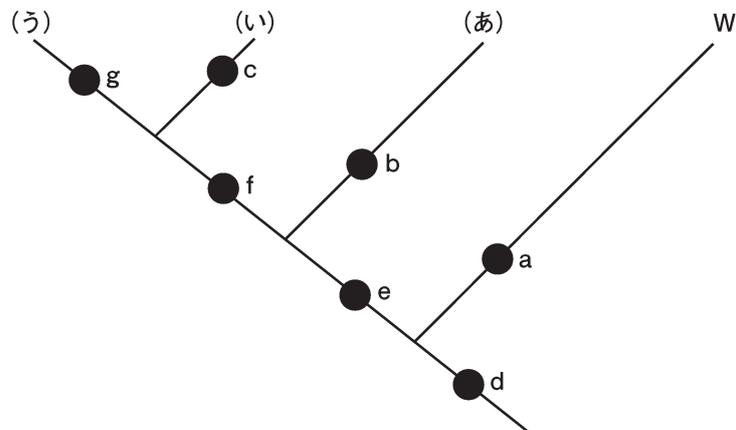


図2 ある遺伝子の塩基配列に基づいて作成された分子系統樹

(1) 表の5番目および10番目の塩基に以下の塩基の置換が起きた可能性があると考えられる場合は、その置換が起こった時点として最も適切なものを図2中の●(a~g)からそれぞれ1つずつ答えなさい。また、起きた可能性がないと考えられる場合は、「⑧ なし」を答えなさい。

1) 5番目の塩基

CからGへの塩基の置換

GからCへの塩基の置換

2) 10番目の塩基

GからTへの塩基の置換

TからGへの塩基の置換

① a    ② b    ③ c    ④ d    ⑤ e    ⑥ f    ⑦ g    ⑧ なし

(2) 4つの生物種の共通祖先からWが分岐した後の、X、Y、Zの3つの種の共通祖先がもつこの遺伝子について、表における7番目と9番目の位置にある塩基は何であると推定されるか。最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。

1) 7番目の塩基

2) 9番目の塩基

① A    ② C    ③ G    ④ T

II 遺伝子を扱う技術に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

遺伝子組換え技術により、大腸菌内でヒトの遺伝子 X を発現させて組換えタンパク質を生産することができる。ベクターに挿入する遺伝子 X を含む DNA 領域を得るために、まず、ヒトの組織から抽出した mRNA を鋳型にして、ア酵素 a により mRNA に相補的な DNA (cDNA) を合成した。次に、この cDNA を鋳型にして、2 本鎖 cDNA を合成した。イこの 2 本鎖 cDNA を鋳型にして、遺伝子 X に特異的な 2 種類のプライマーを用いて、PCR 法で遺伝子 X を含む DNA 領域を増幅した後に精製し、遺伝子領域 X を得た。

ベクターとして用いるプラスミドは、大腸菌の増殖を妨げる作用のある抗生物質であるアンピシリンを分解する酵素<sup>\*1</sup>の遺伝子 (*amp<sup>r</sup>*) と、ラクトースを分解する酵素である β ガラクトシダーゼの遺伝子 (*lacZ*) をもつ。このプラスミドベクターをもっている大腸菌内では、*amp<sup>r</sup>* タンパク質が合成され、さらに IPTG が存在するときは β ガラクトシダーゼが合成される。このプラスミドの *lacZ* の領域内に遺伝子領域 X を挿入して、組換えプラスミドを作製した。なお、遺伝子領域 X が挿入されて *lacZ* の塩基配列が分断されると、*lacZ* は機能を失う。この組換えプラスミドを *amp<sup>r</sup>* と *lacZ* をもたない大腸菌に導入し、アンピシリン、X-gal および IPTG を含む寒天培地で生育させると、青色と白色のコロニー<sup>\*2</sup>がそれぞれ形成された。大腸菌が β ガラクトシダーゼによって X-gal を分解すると青色、分解しないと白色のコロニーが形成される。このようにして遺伝子領域 X が挿入された組換えプラスミドをもつ大腸菌を選別し、この大腸菌を培養して遺伝子 X を発現させて組換えタンパク質を精製した。なお、IPTG はラクトースの類似物質であり、大腸菌のラクトースオペロンにおける転写調節と同じしくみで、*lacZ* の転写を誘導する。

\*1 この酵素は、β ラクタマーゼと呼ばれる。

\*2 コロニーとは、1 個の大腸菌が増殖してできた集団のことをいう。

問 1 文中の下線部 ア についての以下の問いに答えなさい。

1. 文中の酵素 a として、最も適切なものを 1 つ答えなさい。

1

- ① 逆転写酵素                      ② 制限酵素                      ③ DNA ヘリカーゼ  
④ DNA リガーゼ                      ⑤ RNA ポリメラーゼ

2. mRNA のポリ A テールと呼ばれる構造を利用して、cDNA を合成する方法がある。この方法により、ポリ A テールに結合する 1 本鎖 DNA をプライマーとして用いて、mRNA に相補的な DNA を合成した。このときプライマーとして用いた 1 本鎖 DNA として、最も適切なものを 1 つ答えなさい。

2

- ① 連続したアデニンヌクレオチドからなる 1 本鎖 DNA  
② 連続したウラシルヌクレオチドからなる 1 本鎖 DNA  
③ 連続したグアニンヌクレオチドからなる 1 本鎖 DNA  
④ 連続したシトシンヌクレオチドからなる 1 本鎖 DNA  
⑤ 連続したチミンヌクレオチドからなる 1 本鎖 DNA

問2 文中の下線部イについての以下の問いに答えなさい。

1. 組換えタンパク質を生産するための遺伝子領域Xを得るために、ゲノムDNAではなく、2本鎖cDNAを鋳型として使用する理由として、適切な記述を2つ答えなさい。 3

- ① 大腸菌の多くの遺伝子には、アミノ酸配列の情報を含まないイントロンがあるから。
- ② 大腸菌の多くの遺伝子には、アミノ酸配列の情報を含まないエキソンがあるから。
- ③ ヒトの多くの遺伝子には、アミノ酸配列の情報を含まないイントロンがあるから。
- ④ ヒトの多くの遺伝子には、アミノ酸配列の情報を含まないエキソンがあるから。
- ⑤ 大腸菌はイントロンを転写できないから。
- ⑥ 大腸菌はエキソンを転写できないから。
- ⑦ 大腸菌でもヒトでもスプライシングが行われるから。
- ⑧ 大腸菌でもヒトでもスプライシングが行われないから。
- ⑨ 大腸菌ではスプライシングが行われるが、ヒトでは行われないから。
- ⑩ ヒトではスプライシングが行われるが、大腸菌では行われないから。

2. PCR法についての以下の問いに答えなさい。

(1) 一般的なPCR法では、3つの段階の温度からなる過程を1サイクルとする反応を複数サイクル繰り返す。1サイクルの反応の温度の順序として、最も適切なものを1つ答えなさい。 4

- ① 55℃ → 72℃ → 95℃      ② 55℃ → 95℃ → 72℃      ③ 72℃ → 55℃ → 95℃
- ④ 72℃ → 95℃ → 55℃      ⑤ 95℃ → 55℃ → 72℃      ⑥ 95℃ → 72℃ → 55℃

(2) PCR法で用いたプライマーの塩基配列を両端にもつ2本鎖DNAが理論上初めて得られるサイクル数として、最も適切なものを1つ答えなさい。なお、プライマーの結合部位は、鋳型として用いたcDNAの内部に存在する。 5

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

3. PCR法の後、アガロースゲル電気泳動を行い、その分子量(DNA鎖の長さ)によってPCR産物を分離し、遺伝子領域Xを単離して精製した。DNAの電気泳動を行ったときにみられる現象として、適切なものを2つ答えなさい。 6

- ① DNAは正の電荷を帯びているため、陽極(+)側から陰極(-)側に移動する。
- ② DNAは正の電荷を帯びているため、陰極(-)側から陽極(+)側に移動する。
- ③ DNAは負の電荷を帯びているため、陽極(+)側から陰極(-)側に移動する。
- ④ DNAは負の電荷を帯びているため、陰極(-)側から陽極(+)側に移動する。
- ⑤ DNAの分子量が大きい(DNA鎖が長い)ほど、移動速度が大きい。
- ⑥ DNAの分子量が大きい(DNA鎖が長い)ほど、移動速度が小さい。

問3 文中の下線部ウについての以下の問いに答えなさい。

1. 青色および白色のコロニーはそれぞれどのような大腸菌が増殖して形成されたと考えられるか。A～Cから記号を選び、左から青色、白色の順に並べたものとして、最も適切な組合せを1つ答えなさい。なお、A～C以外の大腸菌は考えなくてよい。 7

- A 遺伝子領域Xが挿入された組換えプラスミドを取り込んだ大腸菌  
B 何も挿入されなかったプラスミドベクターを取り込んだ大腸菌  
C プラスミドを取り込まなかった大腸菌

- ① A, B      ② A, C      ③ B, A      ④ B, C      ⑤ C, A      ⑥ C, B

2. アンピシリンを除いた培地で大腸菌を生育させた場合、どのような結果が得られると考えられるか。下線部ウと比較したときの記述として、最も適切なものを1つ答えなさい。ただし、培地内のアンピシリンの有無以外の条件はすべて同じとする。なお、上記A～C以外の大腸菌は考えなくてよい。 8

- ① コロニーが形成されなくなる。  
② 青色のコロニーのみが形成されるようになる。  
③ 白色のコロニーのみが形成されるようになる。  
④ 青色のコロニーの数は変化しないが、白色のコロニーの数が増加する。  
⑤ 白色のコロニーの数は変化しないが、青色のコロニーの数が増加する。  
⑥ 変化しない。

問4 文中の下線部エについて、IPTGが*lacZ*の転写を誘導するときにみられる現象として、適切なものを2つ答えなさい。 9

- ① IPTGがオペレーターに結合する。  
② IPTGがプロモーターに結合する。  
③ IPTGがリプレッサーに結合すると、リプレッサーがオペレーターに結合するようになる。  
④ IPTGがリプレッサーに結合すると、リプレッサーがプロモーターに結合するようになる。  
⑤ IPTGがリプレッサーに結合すると、リプレッサーがオペレーターに結合できなくなる。  
⑥ IPTGがリプレッサーに結合すると、リプレッサーがプロモーターに結合できなくなる。  
⑦ DNAポリメラーゼがオペレーターに結合する。  
⑧ DNAポリメラーゼがプロモーターに結合する。  
⑨ RNAポリメラーゼがオペレーターに結合する。  
⑩ RNAポリメラーゼがプロモーターに結合する。

Ⅲ 植物の環境応答に関する以下の問いに答えなさい。

問 1 植物についての記述として適切なものをすべて答えなさい。 1

- ① シダ植物は根・茎・葉は分化しているが、維管束をもたない。
- ② コケ植物は根・茎・葉の区別がなく、維管束をもたない。
- ③ 種子植物は根・茎・葉が分化しており、維管束をもつ。
- ④ 光合成を行う生物はすべて植物に分類される。
- ⑤ 担子菌類は光合成を行わないが、植物に分類される。
- ⑥ シャジクモ類はコケ植物に分類される。
- ⑦ 植物は光合成色素として、クロロフィル a と b あるいはクロロフィル a と c のいずれかを組合せてもつ。

問 2 被子植物の配偶子形成と受精についての記述として適切なものをすべて答えなさい。 2

- ① 花粉四分子のそれぞれの細胞は均等に分裂して、花粉管細胞と雄原細胞が生じる。
- ② 花粉母細胞は体細胞分裂を行って、4 個の花粉四分子が生じる。
- ③ 胚のう母細胞は減数分裂を行って、4 個の胚のう細胞が生じる。
- ④ 胚のう細胞は、3 回の核分裂を行って、8 個の核が生じる。
- ⑤ 胚のう内には、1 個の卵細胞、2 個の助細胞、3 個の反足細胞、1 個の中央細胞がある。
- ⑥ 反足細胞から誘引物質が放出され、花粉管が誘引される。
- ⑦ 精細胞と中央細胞が受精して、核相が  $2n$  の胚乳ができる。

問 3 被子植物の発生と形態形成についての記述として適切なものを 3 つ答えなさい。 3

- ① 受精卵は 2 つの細胞に分裂して、一方からは胚、もう一方からは胚柄が形成される。
- ② 無胚乳種子では胚乳は発達せず、栄養分は幼根に蓄えられる。
- ③ 種子の形成に伴ってオーキシンの濃度が上昇すると、胚は活動を停止し休眠に入る。
- ④ オオムギなどの種子では、発芽の条件が整い吸水すると、胚乳でジベレリンの合成が起こる。
- ⑤ 茎頂分裂組織の細胞が分裂して茎や葉をつくる。
- ⑥ シロイヌナズナの花は、外側から順にがく片、花弁、おしべ、めしべが同心円状に配置している。
- ⑦ 胚は、子葉、胚軸、幼根、胚乳から構成されている。

問4 植物の芽生えを暗所で水平においたときに起こる反応についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

水平に置かれた根の **4** のコルメラ細胞内にある **5** は重力によって沈降し、それが引き金となって下側となった細胞膜に **6** が再配置される。そのためオーキシンが下側に多く輸送されることとなり、下側の細胞のオーキシン濃度が高くなって、根の下側の細胞の **7**。

1. 文中の **4** ~ **6** に最も適切な語をそれぞれ1つずつ答えなさい。

- ① アクアポリン      ② アミロプラスト      ③ FTタンパク質      ④ 根冠
- ⑤ 根端分裂組織      ⑥ Gタンパク質      ⑦ 師部      ⑧ PINタンパク質
- ⑨ 木部      ⑩ 葉緑体

2. 文中の **7** に当てはまる記述として最も適切なものを1つ答えなさい。 **7**

- ① 成長が抑制され、正の重力屈性を示す
- ② 成長が促進され、正の重力屈性を示す
- ③ 成長が抑制され、負の重力屈性を示す
- ④ 成長が促進され、負の重力屈性を示す

問5 シロイヌナズナには野生株の他にいろいろな変異株が知られている。光受容体であるクリプトクロム、フィトクロム、フォトトロピンのいずれか1つを合成できなくなったシロイヌナズナのA株とB株を用いて十分な水分と適温のもとで以下の実験を行った。なお、A株とB株は異なる光受容体の変異株である。以下の問いに答えなさい。

実験1 A株とB株、野生株の種子を播種<sup>はしゅう</sup>して赤色光のみを照射しておくと、A株の種子はほぼ100%発芽したが、B株の種子は極端に発芽率が低かった。野生型の種子ではほぼ100%発芽した。

実験2 発芽した種子に横から光を当てて栽培すると、A株の芽生えは光の方向には成長せず真っ直ぐに伸びた。野生型の芽生えは同様の処置をすると光の方向に向かって成長した。

1. 植物のもつ光受容体のそれぞれが光を受容してその光に対するある反応をひき起こすとき、クリプトクロム、フィトクロム、フォトトロピンがそれぞれ吸収する特定の波長の光を順に並べたものとして、最も適切なものを1つ答えなさい。 8

- |   |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|
| ① | 青色光      | 青色光      | 赤色光・遠赤色光 |
| ② | 青色光      | 赤色光・遠赤色光 | 青色光      |
| ③ | 青色光      | 赤色光・遠赤色光 | 赤色光・遠赤色光 |
| ④ | 赤色光・遠赤色光 | 青色光      | 青色光      |
| ⑤ | 赤色光・遠赤色光 | 青色光      | 赤色光・遠赤色光 |
| ⑥ | 赤色光・遠赤色光 | 赤色光・遠赤色光 | 青色光      |
| ⑦ | 赤色光・遠赤色光 | 赤色光・遠赤色光 | 赤色光・遠赤色光 |

2. ある物質Xを加えた培地にA株、B株の種子を播種して暗黒下におくと、両株ともほぼ100%発芽した。物質Xとして最も適切なものを1つ答えなさい。 9

- ① アブシシン酸                      ② オーキシシン                      ③ ジベレリン                      ④ Hd3a タンパク質

3. 実験1と実験2から考えて、A株、B株はどの光受容体の変異株か。それぞれの株について最も適切なものを1つずつ答えなさい。

(1) A株 10

(2) B株 11

- ① クリプトクロム                      ② フィトクロム                      ③ フォトトロピン

4. 上記 10 と 11 のそれぞれが関与する働きについて、適切なものを指定された数だけそれぞれ答えなさい。

(1) 10 の働き(2つ) 12

(2) 11 の働き(1つ) 13

- ① 水分が不足したときの気孔の閉鎖  
 ② 花芽形成の制御  
 ③ 光を受容したときの気孔の開口  
 ④ 光による葉緑体の定位運動

IV 光合成に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

多くの被子植物は陸上の環境に適応して光合成を行っている。葉緑体のチラコイドの膜には色素タンパク質複合体が多数集まっている光化学系Ⅰや光化学系Ⅱ、数種類のタンパク質複合体などで構成された電子伝達系<sup>\*</sup>、ATP合成酵素などがある。これらの働きによって産生された物質を利用し、ストロマでCO<sub>2</sub>を固定して有機物を合成する。なお、2分子のH<sub>2</sub>Oから供給される電子の伝達に伴って合成されるATPは3分子とする。

<sup>\*</sup>ここでは、クロロフィルから放出された電子が、別の光化学系に移動するまでの反応系を電子伝達系と呼ぶ。

問1 チラコイドで起こる反応についての以下の問いに答えなさい。

1. 光化学系Ⅰ、光化学系Ⅱ、電子伝達系についての記述として適切なものをそれぞれすべて答えなさい。

なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

(1) 光化学系Ⅰ

(2) 光化学系Ⅱ

(3) 電子伝達系

- ① エネルギーを受け取った反応中心のクロロフィルは、電子を放出する。
- ② 水の分解により反応中心のクロロフィルは活性化して、電子を放出する。
- ③ 還元された反応中心のクロロフィルを水の分解により直接酸化する。
- ④ 酸化された反応中心のクロロフィルを水の分解により直接還元する。
- ⑤ 電子を段階的に還元されやすい物質に伝達することによって、H<sup>+</sup>が能動輸送される。
- ⑥ 電子を段階的に還元されやすい物質に伝達することによって、H<sup>+</sup>が受動輸送される。
- ⑦ H<sup>+</sup>を受動輸送することで、電子を段階的に還元されやすい物質に伝達する。

2. ATP合成酵素についての記述として最も適切なものを1つ答えなさい。

- ① ストロマからチラコイド内にH<sup>+</sup>の受動輸送をする際にATPを合成する。
- ② ストロマからチラコイド内にH<sup>+</sup>の能動輸送をする際にATPを合成する。
- ③ チラコイド内からストロマにH<sup>+</sup>の受動輸送をする際にATPを合成する。
- ④ チラコイド内からストロマにH<sup>+</sup>の能動輸送をする際にATPを合成する。
- ⑤ 有機物に結合しているリン酸基をADPに移すことでATPを合成する。
- ⑥ 有機物の分解で得られたエネルギーを用いてATPを合成する。

問2 図1はストロマでCO<sub>2</sub>が固定されて、有機物が合成される反応経路の一部を示している。図1中のa～eはそれぞれの反応あるいは反応系、ア～ケは物質をそれぞれ表す。なお、回路(反応系b～e)から生じるH<sub>2</sub>Oは示していない。以下の問いに答えなさい。

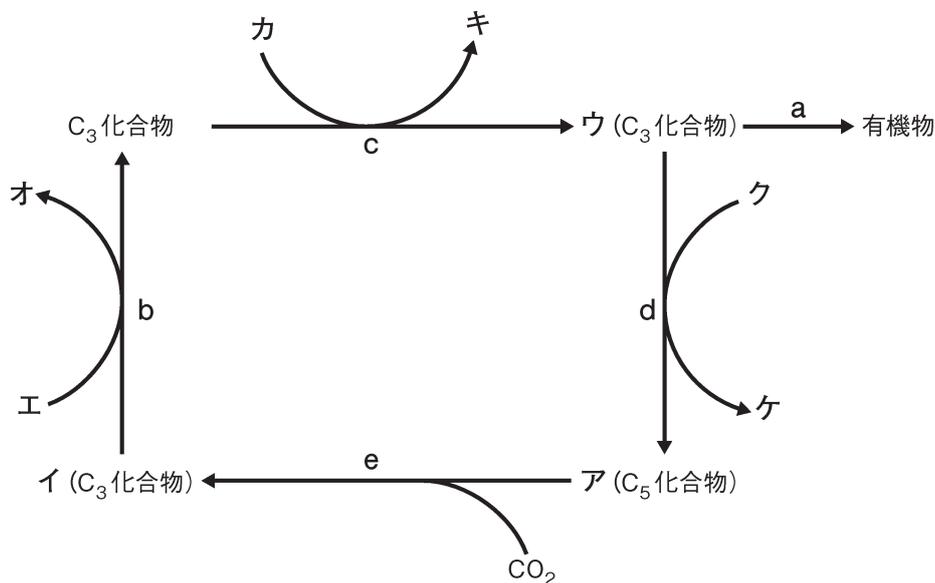


図1

1. 図1中のア～ウのそれぞれは、PGA(ホスホグリセリン酸)、GAP(グリセルアルデヒドリン酸)、RuBP(リブローズビスリン酸)のいずれかであり、重複はしていない。ア～ウの組合せとして最も適切なものを1つ答えなさい。 5

- |          |        |        |
|----------|--------|--------|
| ① ア GAP  | イ PGA  | ウ RuBP |
| ② ア GAP  | イ RuBP | ウ PGA  |
| ③ ア PGA  | イ GAP  | ウ RuBP |
| ④ ア PGA  | イ RuBP | ウ GAP  |
| ⑤ ア RuBP | イ GAP  | ウ PGA  |
| ⑥ ア RuBP | イ PGA  | ウ GAP  |

2. 図1中のエ～ケに、最も適切なものをそれぞれ1つずつ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

エ 6    オ 7    カ 8    キ 9    ク 10    ケ 11

- |                       |                        |                    |                     |
|-----------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| ① ADP                 | ② ATP                  | ③ NAD <sup>+</sup> | ④ NADP <sup>+</sup> |
| ⑤ NADH+H <sup>+</sup> | ⑥ NADPH+H <sup>+</sup> | ⑦ O <sub>2</sub>   |                     |

3. 光を受けて一定の速度でCO<sub>2</sub>が固定されているとき、6分子のCO<sub>2</sub>が固定されたことによりできたウのうち、何分子がaの反応の方向に行くか。最も適切な数値を1つ答えなさい。 12 分子

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 10

4. 6分子のCO<sub>2</sub>が固定されて有機物が合成されるとき、何分子のATPが図1中の回路で消費されるか。光合成で合成されたATPは図1中の回路ですべて消費されるものとし、必要ならば、光合成を表す化学反応式と文中の下線部を考慮して最も適切な値を答えなさい。ただし、**13**は10の位の数字、**14**は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は、「⑩0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。**13** **14** 分子

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0

問3 気温20℃において、ある植物の葉にさまざまな強さの光を照射し、光の強さと葉面積100cm<sup>2</sup>あたりの1時間に吸収されるCO<sub>2</sub>量の関係調べたところ、図2のようになった。なお、実験は光合成に最適な水分量と大気中のCO<sub>2</sub>濃度の条件下で行っているものとする。以下の問いに答えなさい。

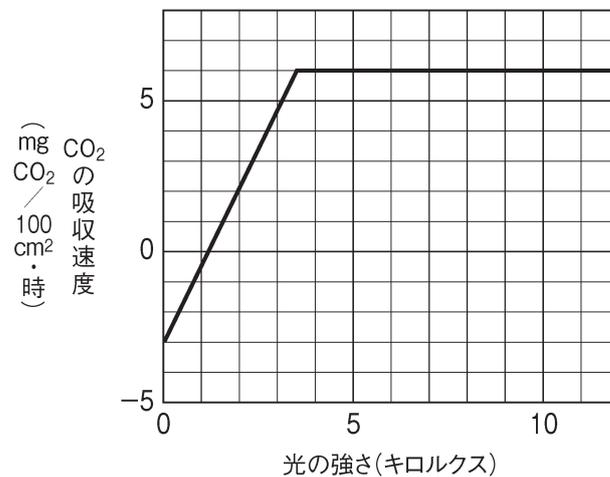


図2

1. この葉の光補償点を計算し、必要があれば答えの数値の小数点以下第2位を四捨五入して、最も適切な値を答えなさい。ただし、**15**は1の位の数字、**16**は小数点以下第1位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は、「⑩0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答えてもよい。

**15** . **16** キロルクス

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0

2. この植物の葉  $300\text{ cm}^2$  に、6 キロルクスの光を12時間照射し、続けて12時間暗黒下においた。葉の状態は図2で示した実験を行ったときと同一であるものとして、以下の問いに答えなさい。

(1) この間に光合成により吸収された  $\text{CO}_2$  量 (mg) として、最も適切な値を答えなさい。ただし、 は100の位の数字、 は10の位の数字、 は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は、「0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。   mg

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0

(2) この間に呼吸により放出された  $\text{CO}_2$  量 (mg) として、最も適切な値を答えなさい。ただし、 は100の位の数字、 は10の位の数字、 は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は、「0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。   mg

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6    ⑦ 7    ⑧ 8    ⑨ 9    ⑩ 0

(3) この葉において、光合成によってつくられた糖はすべてグルコースとなり、このグルコースはこの葉における呼吸のみに使われるものとする。また、呼吸の基質はこのグルコースのみであるとし、葉と葉以外の植物体の間で輸送された有機物による葉のグルコース量の変化は無視できるものとする。このとき、この葉の  $300\text{ cm}^2$  当たりに含まれるグルコース量は実験終了時に何 mg 増加することになるか。最も適切な値あるいは最も近い値を1つ答えなさい。なお、原子量として、Hは1.0、Cは12.0、Oは16.0を用いなさい。 mg

- ① 25    ② 50    ③ 74    ④ 111    ⑤ 147    ⑥ 184    ⑦ 221  
⑧ 258    ⑨ 294    ⑩ 331    ⑪ 367    ⑫ 404    ⑬ 441    ⑭ 478