

I ~ **V** の解答は、

すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

I

次の説明文に該当する最も適切な用語を答えなさい。

【配点 20】

- (1) 合成されたタンパク質を小胞体から受け取り、糖を付加するなど修飾して必要な場所へ輸送する細胞小器官
- (2) 染色体が凝集し、細胞全体が萎縮して断片化するような細胞死
- (3) 高い温度や、強い酸性またはアルカリ性などの条件によって、タンパク質の本来の立体構造が失われること
- (4) ミトコンドリアにおいて、 NADH や FADH_2 を酸化することによって、 ADP から ATP を産生すること
- (5) 葉緑体において、光エネルギーを利用してつくられた ATP と NADPH を用いて、二酸化炭素から有機物を作り出す酵素反応回路
- (6) 植物のように、摂取した無機物だけを利用して必要な有機物を合成し、生きることができる生物の総称
- (7) 血しょうや白血球が通過できる一層の内皮細胞からできている血管
- (8) 脳下垂体後葉から分泌され、腎臓の集合管における水の再吸収を促進するホルモン
- (9) 生物群集において、個体群密度の変化にともなって、その個体群を構成する個体の発育・生理などが変化すること
- (10) 旧口動物の分子系統解析により認識された動物群で、軟体動物、扁形動物、輪形動物、環形動物を含む動物

Ⅱ

次の文章(1)と(2)を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

【配点 22】

(1) 卵が形成される過程で蓄積され、発生過程の初期において重要な役割を果たす mRNA の一群があり、それらの遺伝子を **a** 効果遺伝子という。例えば、ショウジョウバエ胚の前後軸の決定に関与するものとして、未受精卵の前端部には **ア** 遺伝子の mRNA、後端部には **イ** 遺伝子の mRNA が局在している。(A)受精後、それぞれの mRNA から翻訳されたタンパク質 (**a** 因子) が胚中で濃度勾配を形成し、これが相対的な位置情報となって胚の前後軸が形成される。次に、この前後軸に沿って体節をかたちづくる分節遺伝子をはたらく。まずは、**a** 因子の影響を受けた特定の **ウ** 遺伝子が前後軸に沿って領域特異的に発現し、胚が大まかな領域に分かれる。続いて、**エ** 遺伝子が発現し 7 つの帯状のパターンがつくられる。さらに、**オ** 遺伝子が 14 の領域に帯状に発現し、体節の位置をほぼ決定する。(B)体節が形成されたのち、**カ** 遺伝子をはたらくことで、それぞれの体節から触角、肢、翅などの特有の器官が形成される。このようにさまざまな調節遺伝子から発現する調節タンパク質が段階的に別の調節遺伝子の発現を制御するにはたらくことで、ショウジョウバエのからだの構造が決定される。

(2) ウニの受精卵は卵割を繰り返して、1 つ 1 つの割球は小さくなる。分裂が進むと胚はクワの実のように見えるため **b** と呼ばれ、胚の内部には卵割腔と呼ばれる空所ができる。さらに卵割が進むと胞胚となり、卵割腔はさらに大きくなって胞胚腔と呼ばれるようになる。胚の表面には多数の **c** が生じて、受精膜を破ってふ化し、海中を遊泳し始める。胞胚期の後期になると **d** と呼ばれる細胞群が胞胚腔内に遊離する。(C)さらに細胞層が内側に向かって陥入することで **e** が形成される。**e** の先端部分からは **f** と呼ばれる細胞群が遊離する。このとき胚は、外側を覆う **g**、**e** の壁を構成する **h**、その中間に位置する **d** 細胞や **f** 細胞などの中胚葉から構成される。

問1 文中の **a** ～ **h** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 文中の **ア** ～ **カ** に入る最も適切な語句を、次の①～⑩のうちから1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① ディシェベルド ② ナノス ③ ペアルール ④ ビコイド
⑤ セグメントポラリティ ⑥ コーディン ⑦ ホメオティック ⑧ ノーダル
⑨ ギャップ ⑩ ノギン

問3 下線部(A)について、分節遺伝子の発現に影響する **a** 因子の濃度勾配は、**a** 因子が胚中を拡散することによって形成される。発生初期のショウジョウバエ胚中で **a** 因子が拡散できて、異なる領域の遺伝子発現にはたらく理由を簡潔に述べなさい。

問4 下線部(B)について、ショウジョウバエの **カ** 遺伝子と同じようなはたらきをもつ遺伝子がマウスやヒトでも存在する。このような形態形成に関わる他の動物にも共通した遺伝子群のことを何というか答えなさい。

問5 下線部(C)の現象が、卵の表面の極と呼ばれる部位から起こる。陥入が起こる側の極の名称を答えなさい。

問6 ショウジョウバエやウニなどでみられるように、幼生が形態や性質を大きく変えて成体になる過程を何というか答えなさい。

Ⅲ

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

【配点 19】

DNA は化学的に安定な物質で、通常、塩基配列は細胞内で安定に保たれる。しかし、放射線やある種の化学物質による損傷や、複製時の偶然的な誤りによって、DNA の塩基配列は変化することがある。これを一般に **a** といい、変化する部位によっては、アミノ酸の配列が変化してタンパク質の構造が変わることで、形質にさまざまな影響を及ぼす場合がある。

鎌状赤血球貧血症は、酸素が不足すると赤血球の形が鎌の形（三日月形）に変形し、赤血球が壊れやすくなるので、貧血症となる遺伝病である。この疾患の原因は、異常な **b** にあることが分かっており、**b** タンパク質を構成する α 鎖と β 鎖のポリペプチド鎖のうち、 β 鎖中のアミノ酸の 1 個が **ア** から **イ** に変化している。つまり、**図** に示した遺伝子から転写され、イントロンが除かれる **c** という過程を経てできた mRNA において、**ア** を指定するコドンである 3 塩基のうちの **(A)1** つの塩基が変化して、**(B)そのコドンから翻訳されるアミノ酸が変わった** のである。

鎌状赤血球貧血症は、相同染色体上にある一対の **b** β 鎖遺伝子の両方が **a** を起こしたものである場合、重い貧血症になるために生存に不利である。しかし、片方の遺伝子のみが **a** を起こしたものである場合、貧血症が軽度になるとともに、**d** にかかりにくいという性質がある。このため **(C)d** 流行地域では他の地域に比べ鎌状赤血球貧血症の人が多い。



図 **b** β 鎖遺伝子の塩基配列

矢印(↓)の塩基から始まるトリプレットは開始コドンに相当する

コドン表

		2番目の塩基									
		U		C		A		G			
1番目の塩基	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		終止コドン	UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A
		UUG		UCG			UAG		UGG		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	グルタミン	CGA	グルタミン		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	リシン	AGA	アルギニン	A	
		AUG		ACG		AAG		AGG		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	グルタミン酸	GGA		グルタミン酸	A
		GUG		GCG		GAG		GGG			G

問1 文中の a ～ d に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 図の①鎖と②鎖は鋳型鎖(アンチセンス鎖)あるいは非鋳型鎖(センス鎖)のどちらかである。どちらが鋳型鎖か答えなさい。

問3 図とコドン表を参考にして ア と イ に入るアミノ酸をそれぞれ答えなさい。

問4 下線部(A)のように、集団内において個体間でみられる1塩基単位での塩基配列の違いを特に何というか答えなさい。

問5 下線部(B)のように、あるコドンの1つの塩基が別の塩基に置き換わった結果、指定されるアミノ酸が別のアミノ酸に変わる a を何というか答えなさい。

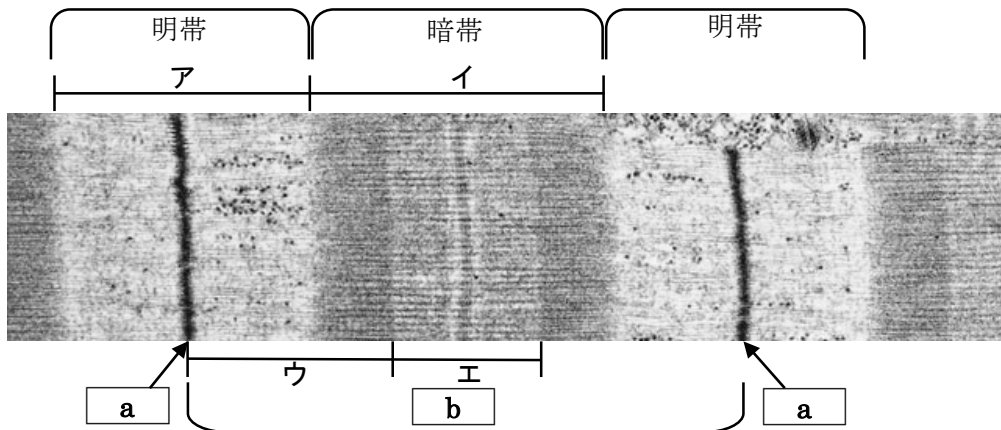
問6 下線部(C)のような地理的分布は、生息する環境に応じて、生存に有利な形質をもつ個体が、次世代により多くの子を残した結果であると考えられる。このように自然選択が要因となる進化を一般に何というか答えなさい。

IV

次の文章を読み、問 1～問 3 に答えなさい。

【配点 24】

骨格筋は、筋繊維と呼ばれる細長い細胞が束状に集まったもので、筋繊維の中には多数の細長い筋原繊維が存在する。筋原繊維を電子顕微鏡で観察すると、下図に示すように、明るく見える明帯と暗く見える暗帯が交互に連なっており、明帯の中央は **a** で仕切られている。**a** と **a** の間を **b** という。筋原繊維は 2 種類のフィラメントが規則正しく重なり合った構造をしており、太い方を **c** フィラメント、細い方を **d** フィラメントという。骨格筋の収縮は、運動ニューロンによって制御されており、運動神経末端から分泌された **e** という神経伝達物質が筋細胞膜上の受容体に結合すると、筋細胞が興奮し、興奮が細胞膜から内部に陥入している T 管から **f** に伝わると、**f** から **g** イオンが放出される。**g** イオンが **h** と結合すると **d** フィラメント上の **i** の構造が変化し、**d** と **c** が相互作用できるようになる。**c** は ATP を分解し、そのエネルギーによって **c** フィラメントと **d** フィラメントの滑り運動が引き起こされて、筋肉が収縮する。消費された ATP は呼吸により補給されるが、頻繁に収縮すると不足しがちになる。ATP が不足すると、筋肉に多量に含まれている **j** が **k** に変化し、そのときに放出されるエネルギーとリン酸によって、ADP から ATP が合成される。

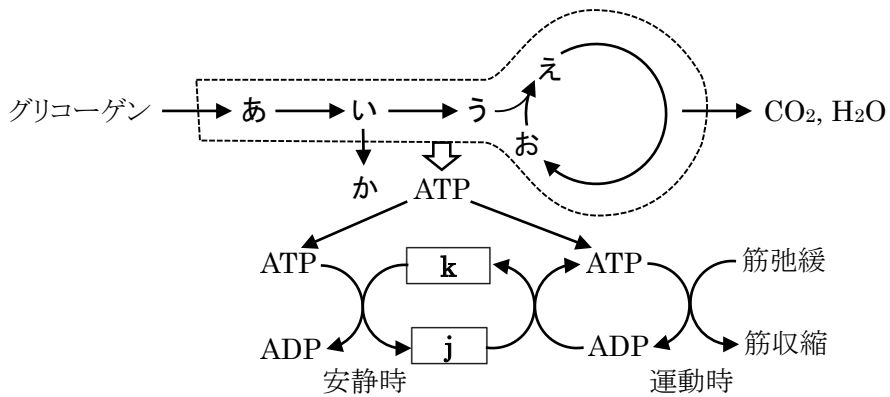


問1 文中および図中の **a** ~ **k** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部について、収縮時と弛緩時において、筋原繊維のさまざまな領域の長さを計測した。図の **ア** ~ **エ** で示した領域の弛緩時と収縮時の長さの変化について、最も適切なものを次の①~③のうちからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① 弛緩時より収縮時の方が長い。
- ② 弛緩時より収縮時の方が短い。
- ③ 弛緩時と収縮時で変化がない。

問3 下図は筋繊維において ATP を供給する過程を示している。



(1) **あ** ~ **か** に入る最も適切な化合物を次の①~⑦のうちからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① ピルビン酸 ② グルコース ③ オキサロ酢酸 ④ 乳酸
- ⑤ アセチル CoA ⑥ クエン酸 ⑦ リン酸

(2) ATP は、短時間に激しい運動を行ったときには、**あ**→**い**→**か**の経路によって供給され、長時間にわたって軽い運動を行うときには**あ**→**い**→**う**→**え**→**お**の経路によって供給される。その理由について簡潔に述べなさい。

V

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

【配点 15】

ある種の植物個体群内の照度と葉の垂直分布を比較し、その植物における光の利用のしかたの特徴を知るために以下の実験を行った。

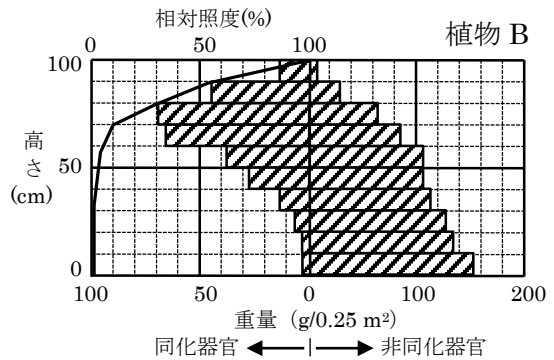
ある植物 A が優占する植物群集に一边 50 cm の調査区域を設定し、四隅に支柱を立てて、地表から 10 cm ごとに葉層内の照度を測定した。次に、植物群集の最上部（地表から 100 cm）より、10 cm ごとに植物体を刈り取りポリエチレン袋に詰めた。刈り取った植物体は同化器官（葉）と非同化器官（葉以外の茎や花、種子など）に分けて乾燥後、重量を計測した。このようにして得られた結果をまとめた表を下に示す。

地表からの高さ (cm)	相対照度 (%)	地表からの高さ (cm)	重量 (g/0.25 m ²)	
			同化器官	非同化器官
100	100	90-100	0	10
90	85	80-90	2	20
80	70	70-80	5	10
70	55	60-70	10	20
60	40	50-60	30	30
50	25	40-50	60	40
40	10	30-40	90	60
30	6	20-30	100	90
20	4	10-20	50	160
10	2	0-10	5	200
0	0			

問 1 このような実験方法の名称を答えなさい。

問 2 植物において、同化器官とはどのようなはたらきをする器官か答えなさい。

問 3 植物 B が優占する植物個体群について同様に実験を行い、相対照度は折れ線で、重量は棒グラフでまとめた図を右に示す。このような図の名称を答えなさい。また、植物 A について行った実験の結果(左ページの表)を、右図の例にならって解答用紙の図を完成させなさい。



問 4 草木の植物群集を調べた問 3 のような図は、植物 A と植物 B の 2 つの型に大別される。それぞれの型の名称を答えなさい。

問 5 このような実験結果から、植物 A と B について、同化器官である葉の特徴、分布、およびそれぞれの植物群集における光の当たり方を簡潔に述べなさい。