

## 2020年度入学試験問題

# 生 物

(試験時間 13:15~14:45 90分)

1. この問題冊子が、出願時に選択した科目のものであることを確認のうえ、解答してください。
2. 解答用紙には、記述解答用紙とマーク解答用紙の2種類があります。
3. 解答は、必ず解答欄に記入およびマークしてください。解答欄以外への記入およびマークは無効となります。
4. 解答は、HBの鉛筆またはシャープペンシルを使用し、訂正する場合は、プラスチック製の消しゴムを使用してください。特に、マーク解答用紙には鉛筆のあとや消しくずを残さないでください。
5. 解答用紙を折り曲げたり、汚したりしないでください。また、マーク解答用紙を記述解答用紙の下敷きに使用しないでください。
6. 解答用紙には、必ず受験番号と氏名を記入およびマークしてください。
7. マーク解答用紙への受験番号の記入およびマークは、コンピュータ処理上非常に重要なので、誤記のないようにしてください。
8. 一度記入したマークを修正する場合、しっかりと消してください。消し残しがあると、マーク読み取り装置が反応して解答が無効となることがあります。



(設問は次ページより始まる)

問題Ⅰの解答は、マーク解答用紙の指定された欄にマークしなさい。問題Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの解答は、記述解答用紙の解答欄に答えなさい。

Ⅰ 以下のA～Cの設問に答えなさい。(30点)

A 以下の問い(1)～(5)の記述について、(ア)～(ウ)の正誤の組み合わせとして正しい選択肢を〔解答群〕の中から1つ選び、記号をマークしなさい。

(1)

- (ア) 真核細胞では、原核細胞には見られない膜構造をもったさまざまな細胞小器官が見られ、その間を細胞質基質が満たしている。
- (イ) 真核生物はすべて、複数の細胞からなる多細胞生物である。
- (ウ) 原核生物は、細菌と古細菌とに分類される。

(2)

- (ア) 細胞周期は、間期と分裂期とに分けられ、分裂期はさらに前期・中期・後期・終期に分けられる。
- (イ) 分裂期の前期には、細長い糸のような染色体が現れ、太く長くなる。
- (ウ) 分裂期の後期には、各染色体は分かれて、両極へ移動を始める。

(3)

- (ア) 同化はエネルギーを吸収して進む反応であり、異化はエネルギーを放出して進む反応である。
- (イ) 光合成では光エネルギーを用いてATPが合成される。
- (ウ) 発酵では酸素を用いずに有機物を分解してATPが合成され、呼吸では二酸化炭素を用いて有機物を分解してATPが合成される。

(4)

- (ア) 解糖系では、酸化的リン酸化により ATP が生産され、ミトコンドリアの内  
膜では、基質レベルのリン酸化により ATP が生産される。
- (イ) 解糖系では、いったん ATP を合成してから、ATP を消費する。
- (ウ) クエン酸回路の反応で酸素が生じる。

(5)

- (ア) 細胞に別の種や系統に由来する遺伝子が入り、その遺伝子が発現することを  
形質転換という。
- (イ) PCR 法（ポリメラーゼ連鎖反応法）を利用すると、微量の DNA 断片を多  
量に増やすことができる。
- (ウ) 細菌などに存在するプラスミドは、細胞自身のゲノム DNA とは別の小さな  
環状の DNA で、細菌内で増殖する。

[解答群]

選択肢	(ア)	(イ)	(ウ)
(a)	○	○	○
(b)	○	○	×
(c)	○	×	○
(d)	○	×	×
(e)	×	○	○
(f)	×	○	×
(g)	×	×	○
(h)	×	×	×

(注) 例えば、(ア)~(ウ)がすべて正しい場合は(a)を、(ウ)のみ誤っている場合  
は(b)をマークする。

B 遺伝情報の発現に関する以下の問い(1)~(8)に答えなさい。

(1) 大腸菌のある突然変異体は、ラクトースオペロンのオペレーター配列に変異があり、調節タンパク質が結合できない。このことが原因でこの突然変異体が常に生産するものは何か。以下から1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) 調節タンパク質 (リプレッサー)
- (b) ラクトース
- (c) ラクターゼ (ラクトース分解酵素)
- (d) スクロース
- (e) トリプトファン合成酵素

(2) 真核生物の転写が始まるときに形成される複合体構造に含まれないものは何か。以下から1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) 基本転写因子
- (b) 開始コドン
- (c) 転写調節領域
- (d) プロモーター
- (e) RNA ポリメラーゼ

(3) 真核生物の翻訳が始まるときに形成される複合体構造に含まれないものは何か。以下から1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) リボソーム小サブユニット
- (b) メチオニンをつけた tRNA
- (c) mRNA
- (d) rRNA
- (e) タンパク質をコードする遺伝子

(4) 図1に示す mRNA 前駆体が選択的スプライシングを受けると仮定すると、最大で何とおりの mRNA がつくられるか。もっとも適切な数を以下から選び、記号をマークしなさい。

- (a) 3      (b) 5      (c) 7      (d) 9      (e) 25

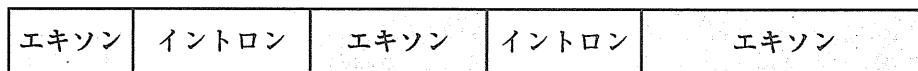


図1 ある mRNA 前駆体の構造

(5) カエルの初期発生において、背側に特徴的な遺伝子の発現を誘導し、オーガナイザーの形成に関わる物質は何か。以下から1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a)  $\beta$ カテニン      (b) ナノス      (c) ピコイド  
(d) コーディン      (e) BMP

(6) ショウジョウバエの体節形成において、7本の縞状に発現する遺伝子は何か。以下から1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) ホメオティック遺伝子      (b) ペアルール遺伝子  
(c) セグメントポラリティー遺伝子      (d) ギャップ遺伝子  
(e) 母性効果遺伝子

(7) 被子植物の花の形成には、Aクラス、Bクラス、Cクラスの3種の遺伝子が関わる。Aクラス遺伝子とBクラス遺伝子があればと花卉がつくられる。A、B、Cの3つのクラスの遺伝子がすべて正常にはたらくと、外側から、がく片、花卉、おしべ、めしべの順に形成される。Bクラス遺伝子があればたらない株では、本来の花の部分が形成される位置にはどのような構造が形成されるか。以下から1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) がく片と花卉を欠く花      (b) がく片とめしべからなる花  
(c) おしべとめしべを欠く花      (d) 花卉とおしべからなる花  
(e) 密生した葉

(8) ある遺伝子から転写される mRNA の配列の一部を図2に示す。この中には開始コドンが含まれる。以下の問い(i)~(iii)に答えなさい。なお解答に際しては、遺伝暗号表(表1)を参照して良い。

(i) 図2の配列から翻訳されるタンパク質の、第2番目のアミノ酸は何か。以下から選び、記号をマークしなさい。ただし、開始コドンが指定するメチオニンを第1番目とする。

- (a) トレオニン      (b) グルタミン      (c) プロリン  
(d) アルギニン      (e) アラニン

(ii) 図3 [(a)~(e)] は、この遺伝子の変異型遺伝子から転写される mRNA の配列の一部である。これらのうち、翻訳されるタンパク質が野生型(図2)と同じアミノ酸配列をもつものはどれか。1つ選び、記号をマークしなさい。



- (iii) 図3 [(a)~(e)]のうち, 翻訳されるタンパク質のアミノ酸数をもっとも少ないものはどれか。1つ選び, 記号をマークしなさい。

5' - . . . . . CAACCAUGCGUGAGGUGAUC . . . . . -3'

図2 ある遺伝子から転写される mRNA の配列の一部

- (a) 5' - . . . . . CAACCAUGCGGAGGUGAUC . . . . . -3'  
 (b) 5' - . . . . . CAACCAUGCGCGAGGUGAUC . . . . . -3'  
 (c) 5' - . . . . . CAACCAUGUGUGAGGUGAUC . . . . . -3'  
 (d) 5' - . . . . . CAACCAUGGAGGUGAUCUCC . . . . . -3'  
 (e) 5' - . . . . . CAACCAUGCGUGAGUGUGAU . . . . . -3'

図3 変異型遺伝子から転写される mRNA の配列の一部

表1 遺伝暗号表

		第2文字					
		U	C	A	G		
第1文字	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 } フェニルアラニン	UCC } セリン	UAC } チロシン	UGC } システイン	C	
		UUA } ロイシン	UCA } セリン	UAA } (終止)	UGA } (終止)	A	
		UUG } ロイシン	UCG } セリン	UAG } (終止)	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 } ロイシン	CCC } プロリン	CAC } ヒスチジン	CGC } アルギニン	C	
		CUA } ロイシン	CCA } プロリン	CAA } グルタミン	CGA } アルギニン	A	
		CUG } ロイシン	CCG } プロリン	CAG } グルタミン	CGG } アルギニン	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 } イソロイシン	ACC } トレオニン	AAC } アスパラギン	AGC } セリン	C	
		AUA } イソロイシン	ACA } トレオニン	AAA } リシン	AGA } アルギニン	A	
		AUG } メチオニン (開始)	ACG } トレオニン	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 } バリン	GCC } アラニン	GAC } アスパラギン酸	GGC } グリシン	C	
		GUA } バリン	GCA } アラニン	GAA } グルタミン酸	GGA } グリシン	A	
		GUG } バリン	GCG } アラニン	GAG } グルタミン酸	GGG } グリシン	G	

C 生態系とその保全に関する以下の問い(1)～(5)に答えなさい。

(1) 窒素循環に関する以下の記述の中で、間違っているものを1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) 窒素は、タンパク質や核酸、ATPなどに含まれており、生物に欠かせない元素である。
- (b) 大気中の窒素からアンモニウムイオンをつくるはたらきは、硝化菌（硝化細菌）が担う。
- (c) 維管束植物は、主に根から硝酸イオン（硝酸塩）やアンモニウムイオンを吸収し、アミノ酸を合成する。
- (d) 脱窒素細菌には、土壌中の硝酸イオンを大気中に戻すはたらきがある。

(2) 生態系のバランスに関する以下の記述の中で、間違っているものを1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) 大規模な山火事や伐採などによって森林が消失したとき、そこから進む遷移は二次遷移である。
- (b) 食物網の上位の捕食者の減少は、食物網全体に大きな影響を与える。
- (c) 外洋は、陸地周辺の浅海に比べて生物量が多い。
- (d) 水の化学的酸素要求量（COD）は、水質指標の1つである。

(3) 外来生物に関する以下の記述の中で、間違っているものを1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) 外来生物法により、問題となる外来生物の指定や飼育・運搬などの規制が行われている。
- (b) 絶滅が心配される生物の生息状況や保全状況をまとめたものをレッドデータブックという。
- (c) 特定外来生物には、オオクチバスやアユなどが指定されている。
- (d) 外来生物には、在来の動植物の中に天敵が存在しない場合が多く、増加しやすいものがある。

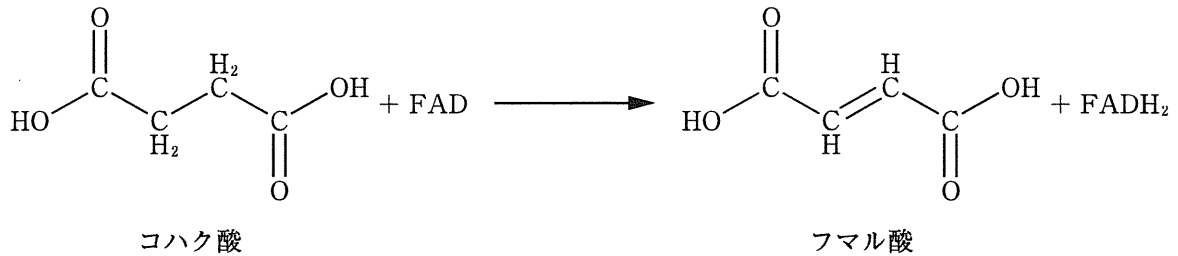
(4) 産業革命以降の地球温暖化に関する以下の記述の中で、間違っているものを1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) 大気中の二酸化炭素濃度は、増加傾向にある。
- (b) 二酸化炭素濃度は、夏に減少し、冬に増加する季節変動が観察される。
- (c) 二酸化炭素やメタン、フロンなどは、地表から放出される赤外線を吸収する。
- (d) 地球温暖化は、化石燃料の大量消費とオゾン層の破壊とに主な原因がある。

(5) 生態系の保全に関する以下の記述の中で、間違っているものを1つ選び、記号をマークしなさい。

- (a) 生物多様性条約は、水鳥が利用する湿地の保全や適正な利用を目的として締結された。
- (b) 生物濃縮を引き起こす物質は、体内で分解・排出されにくい性質をもっていることが多い。
- (c) 干潟の水質浄化には、そこに生息する微生物のはたらきが重要である。
- (d) 森林の減少と共にオランウータンやトラ、ゾウなどが絶滅の危機に瀕している。

Ⅱ 以下の文章を読み、問い(1)~(8)に答えなさい。(25点)



ある酵素Eは上記の化学反応式で示すように、コハク酸を基質としてフマル酸に代謝する。この酵素反応におけるコハク酸濃度 [S] と反応速度  $v$  との関係、図1に示す。また補酵素 FAD は反応速度に影響を与えないほど十分にあるものとする。

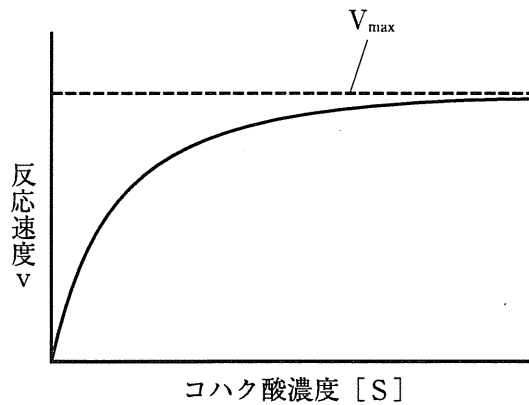


図1 コハク酸濃度 [S] と反応速度  $v$  との関係。-----は、コハク酸濃度 [S] が十分に高いときの反応速度 ( $V_{\max}$ ) を示す。

(1) 酵素Eを構成する主な成分は何か。もっとも適切なものを以下の(a)~(e)の中から選び、解答欄の記号を丸で囲みなさい。

- (a) 炭水化物      (b) 水      (c) タンパク質      (d) 核酸      (e) 脂質

(2) 酵素Eの名称を答えなさい。また、この酵素が関与する生体内の反応系としてもっとも適切なものを以下の(a)~(e)の中から選び、解答欄の記号を丸で囲みなさい。

- (a) カルビン・ベンソン回路      (b) クエン酸回路      (c) 解糖系  
(d) オルニチン回路      (e) 光化学系

(3) 酵素Eはコハク酸だけを基質として化学反応を進行する。この特徴を何とよぶか答えなさい。

(4) 酵素Eの中で基質と結合し、直接化学反応を引き起こす部分の名称を答えなさい。

(5) 酵素の触媒する化学反応には、無機触媒による化学反応とは異なる特徴がある。その1つに、高温における失活があげられる。酵素が高温にさらされたときに失活する理由を30字以内で説明しなさい。

(6) 酵素が失活する条件として、高温にさらされる以外にどのようなものが考えられるか。2つあげなさい。

(7) 図1に示すように、コハク酸濃度[S]の増加にともない反応速度 $v$ は上昇するが、やがて一定となる。この理由を「酵素-基質複合体」という語句を用いて60字以内で説明しなさい。

(8) コハク酸と似た化学構造をもつマロン酸は、酵素Eの触媒する化学反応の競争的阻害剤として知られている。酵素Eの反応において、コハク酸濃度[S]と反応速度 $v$ との関係は、加えるマロン酸の濃度を増やすとどのように変化するか。もっとも適切なものを図2の(a)~(e)の中から選び、解答欄の記号を丸で囲みなさい。

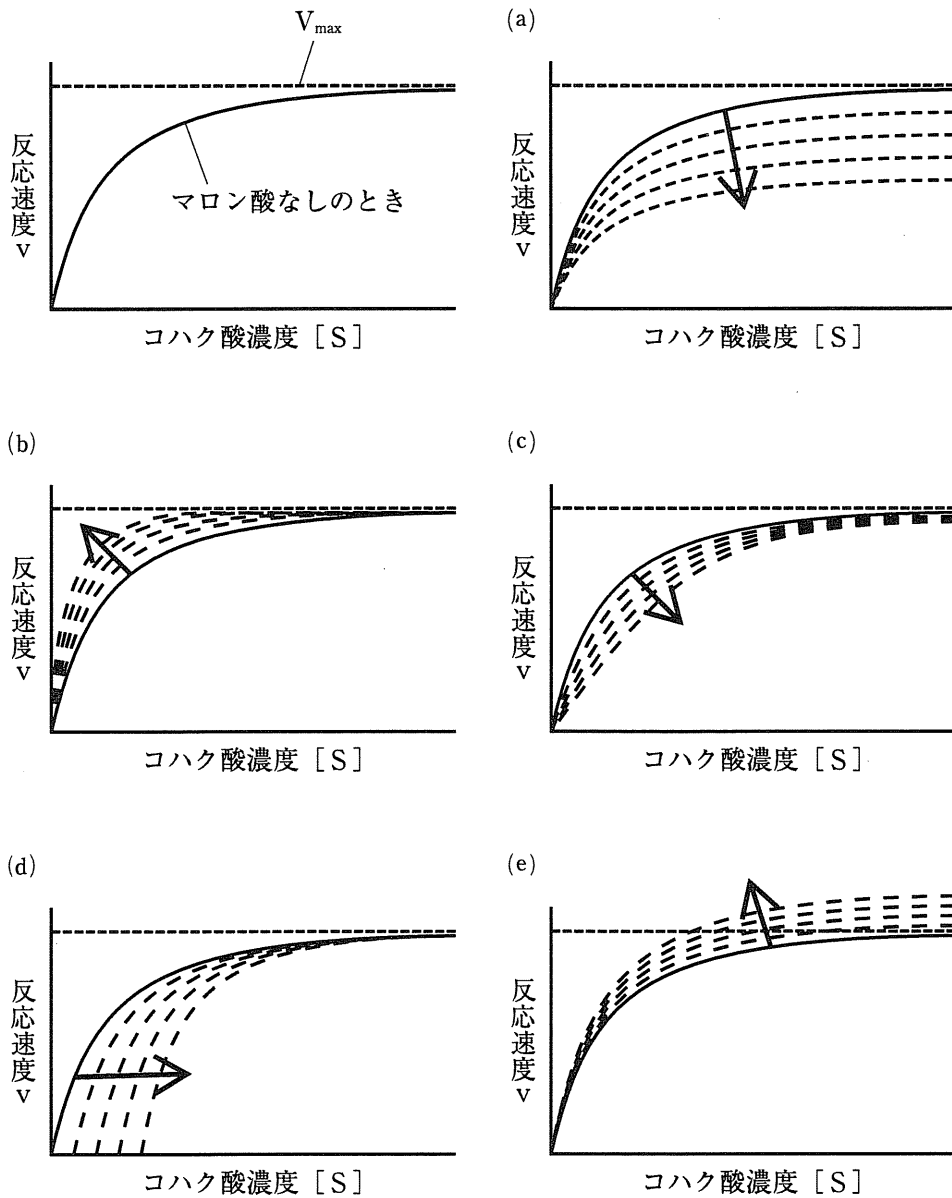


図2 加えるマロン酸の濃度を増やしたとき (矢印) の酵素Eの反応速度とコハク酸濃度  $[S]$  との関係。-----は  $V_{max}$  を示す。

(設問は次のページにつづく)

Ⅲ 以下の文章を読み、問い(1)～(3)に答えなさい。(25点)

眼は光刺激の受容器である。眼は外界から入射する光を常に同じように受容しているわけではなく、生体にとってより適切な状態で光刺激を受容できるように調節されている。このような調節は、いくつかの筋肉や視細胞のはたらきを通して行われる。

外界から眼に入射する光の量を調節する光量調節は、虹彩に存在する2種類の筋肉が担っている。虹彩は瞳孔の周りを取り囲むように位置しており、周囲の環境の明るさに応じて瞳孔を縮小したり拡大したりする。図1に示すように、虹彩の内側には、瞳孔を取り巻くように環状に配向した筋肉Aが位置している。この外側に放射状に配向した筋肉Bが位置している。この2種類の筋肉がそれぞれの向きに応じて収縮、弛緩することで、瞳孔の大きさが変化する。たとえば、暗い場所から明るい場所に移動すると、筋肉Aが〔ア〕し、筋肉Bが〔イ〕するため、瞳孔は〔ウ〕する。

虹彩にある筋肉Aと筋肉Bはいずれも不随意筋である。不随意筋の多くは自律神経に調節され、意志によって制御できない。自律神経のうち副交感神経の作用によって瞳孔は〔エ〕し、交感神経の作用によって瞳孔は〔オ〕する。

遠くのものや近くのものに焦点を合わせる遠近調節にも、筋肉のはたらきが関与している。眼に入る光は〔カ〕から瞳孔を通過したあと水晶体で屈折し、眼球内部にあるガラス体の中を通る。そして、光を感じる視細胞が並ぶ網膜に像を形成する。水晶体の厚さが変化することによって焦点距離は変わる。図1に示すように、水晶体の厚さを調整するのが、毛様体の中にある環状の筋肉、毛様体筋である。毛様体と水晶体は、チン小帯という放射状の繊維構造でつながっている。また、水晶体は変形しても自身の弾性によって、もとの〔キ〕い状態に戻ろうとする性質がある。遠くのものを見るとき、毛様体筋が〔ク〕して毛様体は〔ケ〕する。その結果、チン小帯が毛様体の方に引かれて、水晶体が〔コ〕くなる。一方、近くのものを見るとき、毛様体筋は〔カ〕し、チン小帯が緩む。その結果、水晶体は〔シ〕くなる。不随意筋である毛様体筋は、意志によって直接には制御できないが、ヒトが遠くのものや近くのものに注意を向けることによって、自動的に焦点の調節が起こり、注視したものを鮮明に見ることができる。



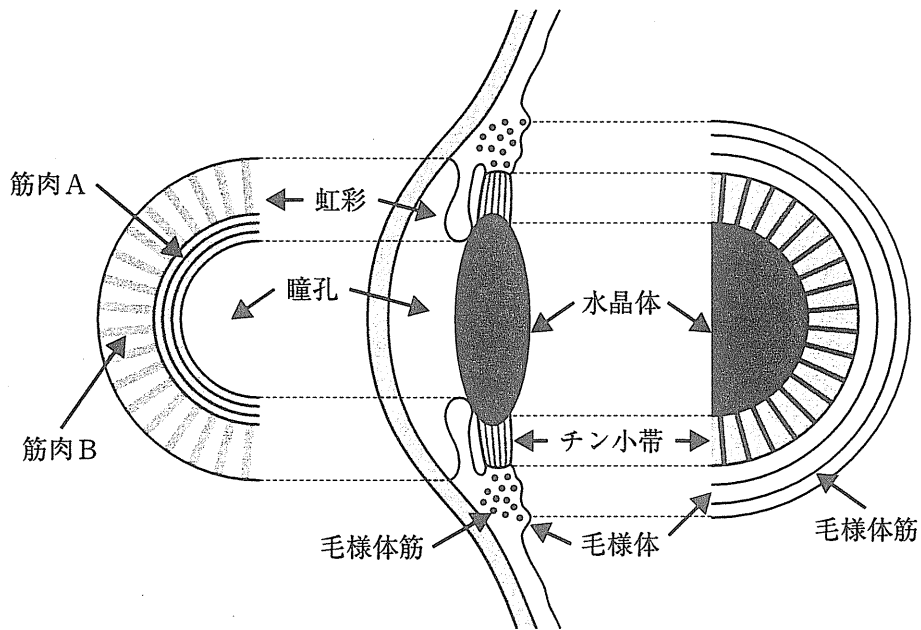


図1 ヒトの眼の瞳孔付近の構造

光刺激の受容は、 と  という2種類の視細胞が担っている。これらの視細胞は網膜に位置しているが、図2に示すように、それぞれの分布は異なっている。<sup>①</sup>

は、網膜の中央部に密に並んでおり、この部分を  という。 は、中央部から遠ざかるにつれて急激に密度が低下する。 は、 には分布しておらず、中央部からやや離れた位置に高密度に分布している。 の密度は、さらに周辺部に行くにしたがってなだらかに低下していく。視細胞には、光を吸収する物質である視色素が含まれており、吸収した光の量に比例した強さで光の受容は起こる。<sup>②</sup>

視細胞が光を受容することによって生じた興奮は、視神経によって大脳に伝えられる。視神経繊維が集まり、束になって網膜を貫いて眼球から脳へと向かう部分を  という。 には  も  も存在しないため、光は受容されない。

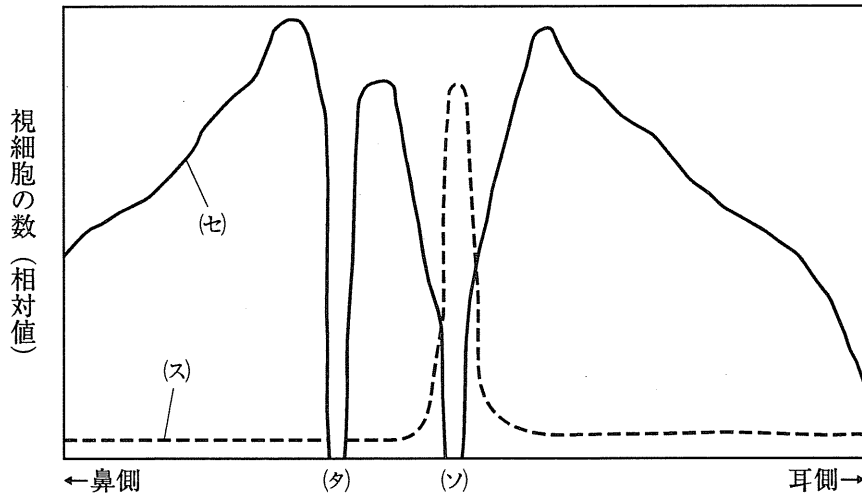


図2 ヒト右眼網膜における視細胞の分布

- (1) 文章中の空欄  ~  にあてはまるもっとも適切な語を解答欄に書きなさい。ただし、解答欄にあらかじめ語が記載してある場合は、2つの中から適切なものを選び、丸で囲みなさい。
- (2) 下線部①について、図2に示した視細胞の分布を参考にして、以下の説明(a)~(d)の中から正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。
- (a) 明るい場所では、2種類の視細胞それぞれが相補的にはたらくため、視野の周辺部でも色の識別がしやすい。
- (b) 夜に暗い星を見る場合には、視野の中心から少し視線をずらした方がより暗い星を見ることができる。
- (c) 暗い場所では、明るい場所と比べて、見たいものに視線を向けても、ものの色や形がわかりにくい。
- (d) 暗い場所から明るい場所に移動すると、最初はまぶしくてものが見えにくいですが、やがて視細胞の感度が調整されて、視野の中央部も周辺部も同じようにはっきりとものの色や形がわかるようになる。

(3) 下線部②について、代表的な視物質であるロドプシンは、オプシンというタンパク質とビタミンAの一種であるレチナールという物質が結合してできている。レチナールは光を受けると構造が変化し、オプシンの立体構造にも変化をもたらす。さらに、オプシンの構造変化が引きがねとなって、視細胞の興奮が起こる。これらの作用について記した以下の説明(a)～(d)の中から正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (a) 光を吸収すると、オプシンとレチナールの結合が促進され、ロドプシンの量が増加し、視細胞が興奮する。
- (b) 暗い場所から明るい場所に移動すると、しばらくものが見えにくくなるが、やがて、視細胞でロドプシンの分解が低下し、合成が進むため、ロドプシンの蓄積によって視細胞の感度が高まる。これによって、明るい場所でも、ものが見やすくなる。
- (c) 明るい場所では、視細胞のロドプシンが強い光を受容し、オプシンとレチナールに分解されるため、ロドプシンの量が少なくなる。これによって、視細胞の感度が低くなる。
- (d) 暗い場所ではオプシンとレチナールからロドプシンが合成されているが、明るい場所ではロドプシンは合成されない。

IV 以下の図1をよく見て、問い(1)~(6)に答えなさい。(20点)

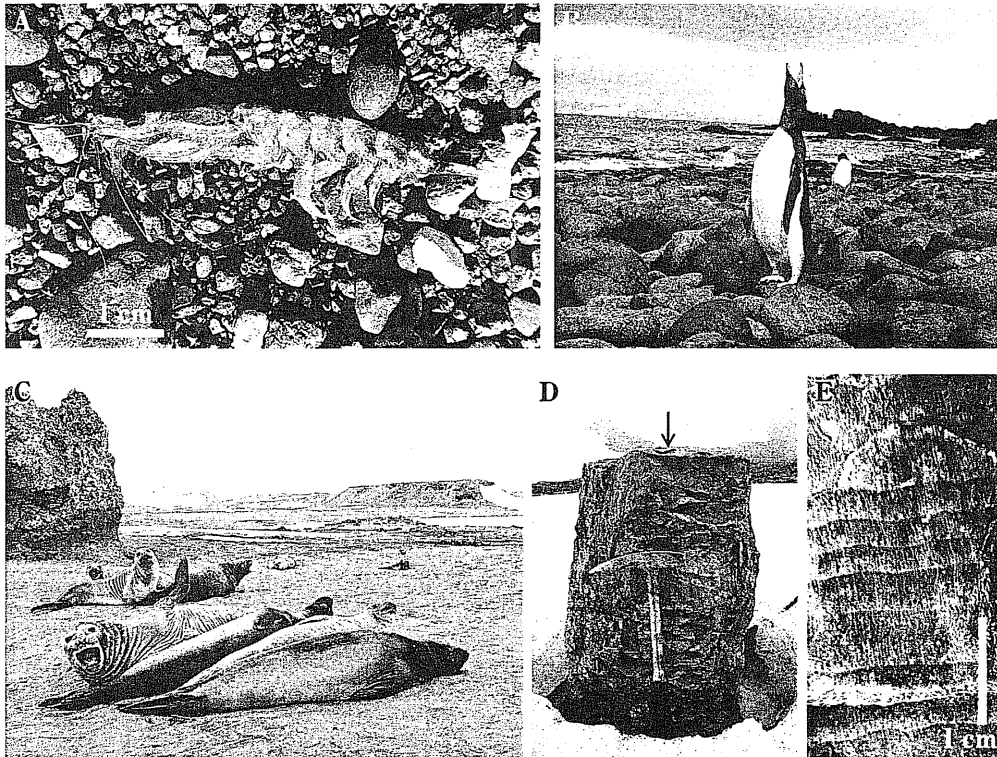


図1 ある地域に生息する生物 (A~C) と、同じ地域から産出した新生代始新世 (約 5000 万年前) の樹幹化石 (D, E)。Dの矢印はEの写真を撮影した方向を示す。また、Dには大きさの目安として地質ハンマーが、手前に写っている。

問い

- (1) ある大陸では、図1 A~Cの生物が、ほぼその全周にわたって見られる。この大陸名を答えなさい。

- (2) 図1 A～Cの生物が属する分類群を語群からすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。

[語群]

- |           |          |          |           |
|-----------|----------|----------|-----------|
| (a) は虫類   | (b) 両生類  | (c) 原核生物 | (d) 植物    |
| (e) バクテリア | (f) 鳥類   | (g) アーキア | (h) 維管束植物 |
| (i) シダ植物  | (j) 原生生物 | (k) 有胎盤類 | (l) 節足動物  |
| (m) 真核生物  | (n) 三葉虫類 | (o) 羊膜類  | (p) 軟体動物  |
| (q) クジラ類  | (r) 菌類   | (s) 魚類   | (t) 種子植物  |

- (3) 図1 Aの生物は、それが属している生態系の食物網において、重要な存在である。この生態系の食物連鎖において、図1 Aの生物より上位にある生物を、下の語群から2つ選び、記号で答えなさい。

[語群]

- |          |            |           |          |
|----------|------------|-----------|----------|
| (a) 緑藻類  | (b) ブラックバス | (c) 褐藻類   | (d) コウモリ |
| (e) ウニ   | (f) シロクマ   | (g) クジラ   | (h) 紅藻類  |
| (i) カマキリ | (j) カモメ    | (k) アライグマ | (l) ホヤ   |

- (4) 図1 Eに見られる特徴から、化石となった生物の属する分類群を、問い(2)にある語群から1つだけ選び、記号で答えなさい。なお、分類群は最も分類の階級が低いものを選択すること。また、選んだ分類群に属する生物名を1つ答えなさい。
- (5) 図1 Dの化石の上面(矢印)には、図1 Eに示す縞状の模様が見られた。模様はD上面の断面の中心から、外側に向かって同心円状に見られた。このような模様の名称を解答欄(ア)に、そのような模様をつくる元となる組織の名称を解答欄(イ)に答えなさい。また、このような模様が見られることから、この大陸の始新世における環境がどのようなであったと推測されるか。解答欄(ウ)に、20字以内で答えなさい。

- (6) 図1 BとCの生物は、同じような環境に棲んでいるが、系統は異なる。しかし、体に同じような形態と機能を発達させている。進化におけるこのような現象は、何とよばれるか。解答欄に答えなさい。また、以下の記述のなかで、同様の現象の結果生じたと考えられるものを選び、記号で答えなさい。

[記述]

- (a) サケの胸ビレとコイの胸ビレ
- (b) ウマの蹄とウシの蹄
- (c) シダの胞子嚢と被子植物の種子
- (d) シイタケの子実体とタケのごく若い地上茎
- (e) コウモリの翼とイヌの前脚



