

理 科

理科は **物 理** **化 学** **生 物** のうち2科目を選択受験のこと。

物 理 ……1頁 **化 学** ……18頁 **生 物** ……31頁

問題 **I** はマークシート方式、**Ⅱ** は記述式である。

I の解答はマークシートに、**Ⅱ** の解答は解答用紙に記入すること。

〔注 意 事 項〕

- 1. 監督者の指示があるまでは、この問題冊子を開かないこと。
- 2. マークシートは、コンピュータで処理するので、折り曲げたり汚したりしないこと。
- 3. マークシートに、氏名・受験番号を記入し、科目選択・受験番号をマークする。マークがない場合や誤って記入した場合の答案は無効となる。

受験番号のマーク例(13015の場合)

受 験 番 号				
1	3	0	1	5
万位	千位	百位	十位	一位

- 4. マークシートにマークするときは、HB または B の黒鉛筆を用いること。誤ってマークした場合には、消しゴムで丁寧^{ていねい}に消し、消し^{ていねい}くずを完全に取り除いたうえで、新たにマークし直すこと。
- 5. 下記の例に従い、正しくマークすること。

(例えば3と答えたいとき)

正しいマーク例

--	--	--	--	--	--	--

誤ったマーク例

							マークが薄い
							マークが不完全
							マークが○印
							マークがV印

- 6. 各科目とも基本的に正解は一つであるが、科目によっては二つ以上解答を求めている場合があるので設問をよく読み解答すること。
- 7. 解答は所定の位置に記入すること。



生 物

I

第1問 電子伝達系に関する次の文を読み、以下の各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 18]

呼吸、光合成、化学合成はそれぞれ異なる反応ではあるが、電子伝達という共通の枠組みも持っている。電子伝達において重要な役割を果たすのは、電子供与体(電子を与えるもの)と電子受容体(電子を受け取るもの)である。呼吸では、電子供与体は ア と イ でつくられる A と イ でつくられる B があり、植物の光合成では C , 化学合成を行う亜硝酸菌では D , 硝酸菌では E である。一方、電子受容体は、呼吸では F , 植物の光合成では G , 化学合成では F などである。

呼吸における A および B の電子供与体は還元作用が a く、還元作用が b い F に電子は自然に伝達され、その間に生じるエネルギーを利用してATPの合成を行う。一方、植物の光合成においては、電子供与体である C の還元作用は c く、電子受容体の G は還元作用が d い。そのため、まず ウ において光エネルギーにより C からの電子のエネルギーを高め、それを エ に渡す際に生じるエネルギーを利用してATPを合成し、さらに エ において光エネルギーで電子のエネルギーを再度高い状態にしてから G を オ するという仕組みを発達させた。

問1 上の文の空欄A～G、およびア～オに当てはまる最も適当なものを、それぞれの語群のうちから一つずつ選べ。 1 ～ 12

[空欄A～G]

- | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| ① H_2O | ② NO_2^- | ③ NO_3^- | ④ NH_4^+ |
| ⑤ O_2 | ⑥ H_2S | ⑦ NADP^+ | ⑧ NADPH |
| ⑨ NAD^+ | ⑩ NADH | ⑪ FAD | ⑫ FADH_2 |

[空欄ア～オ]

- | | |
|---------------|----------|
| ① 光化学系Ⅰ | ② 光化学系Ⅱ |
| ③ カルビン・ベンソン回路 | ④ クエン酸回路 |
| ⑤ 解糖系 | ⑥ 酸化 |
| ⑦ 還元 | |

問 2 上の文の空欄 a, b, c, d に当てはまる最も適切な語の組み合わせを、次の①～④のうちから一つ選べ。 13

	a	b	c	d
①	強	弱	強	弱
②	強	弱	弱	強
③	弱	強	弱	強
④	弱	強	強	弱

問 3 呼吸によりグルコース 1 分子から生じる A の数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 14

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 8 ⑤ 10 ⑥ 12

問 4 呼吸によりグルコース 1 分子から生じる B の数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

- ① 1 ② 2 ③ 4 ④ 8 ⑤ 10 ⑥ 12

問 5 植物の光合成で、2 分子の電子供与体 C から供給される電子は、最終的に何分子の電子受容体 G に受け取られるか。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

16

- ① 1 分子 ② 2 分子 ③ 4 分子 ④ 8 分子 ⑤ 10 分子

問 6 次の(1), (2)の概略図として最も適当なものを, 下の図①~⑧のうちからそれぞれ一つずつ
 選べ。 17 , 18

(1) ミトコンドリアの電子伝達系

(2) 光合成における光化学系を含めた電子伝達系

注 1 : 電子伝達に関わる多くの分子は省かれている。

注 2 : 図中のアルファベットは以下のものをあらわしている。

a : 電子の供与体

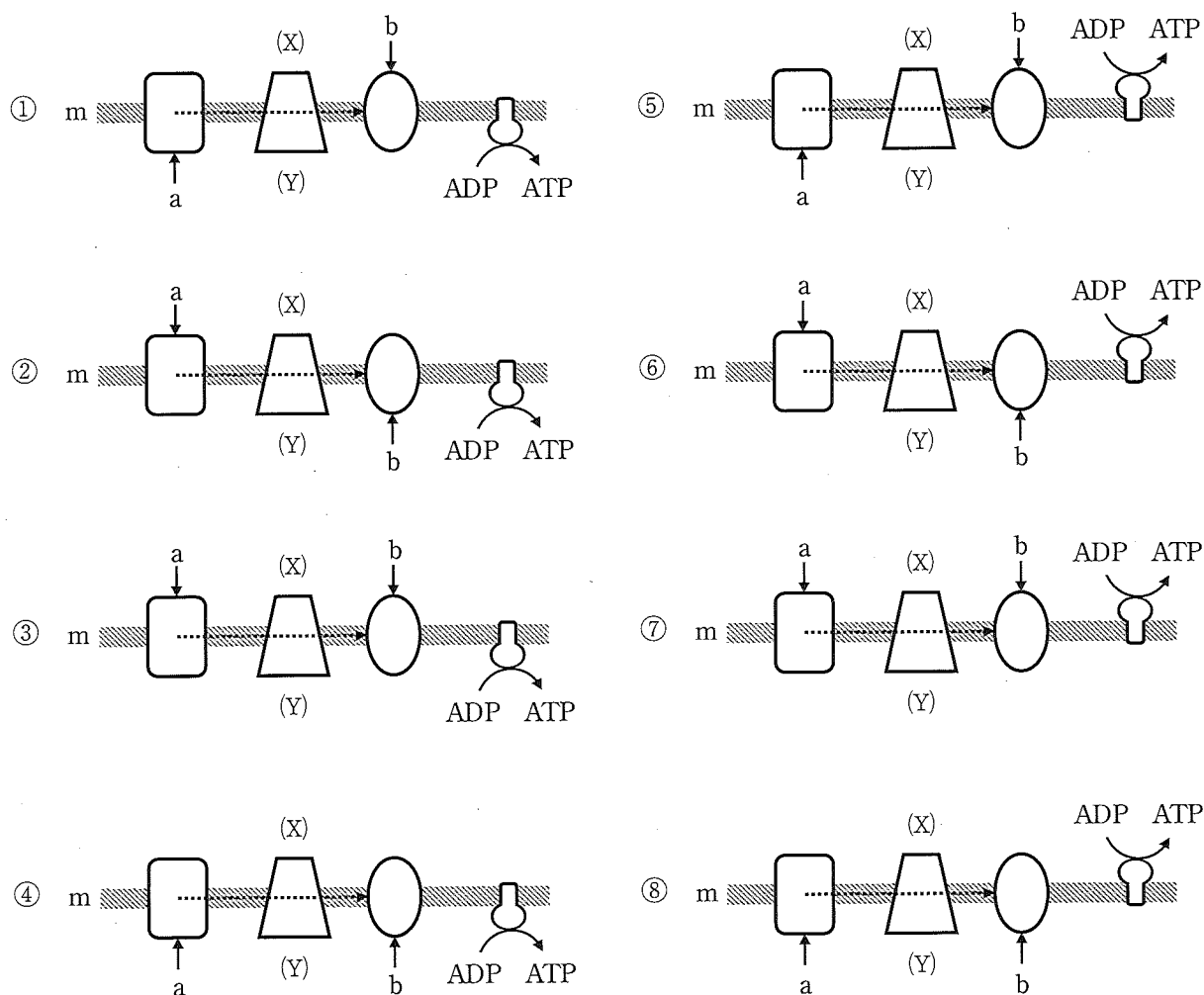
b : 電子の受容体

m : ミトコンドリア内膜, あるいは葉緑体のチラコイド膜

(X) : ミトコンドリアのマトリックス, あるいは葉緑体のストロマ

(Y) : ミトコンドリアの膜間腔, あるいは葉緑体のチラコイド内腔

注 3 : 図中の点線矢印は電子の移動をあらわしている。



第2問 次の文章を読み、以下の各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号

1

 ～

19

]

がんは、正常な細胞が元々もっている特定の遺伝子の突然変異が原因である。ある研究者がマウスに皮膚がんを作る実験を行った。マウスの皮膚に遺伝子の突然変異を誘導する化学物質を塗り付けたのち、別の化学物質を繰り返し塗り付けたところ、皮膚がんが生じた。また、皮膚がんの原因となる遺伝子の産物を大腸菌で大量に作ってみた。なお、動物実験は、動物の福祉に十分な配慮をしたうえで実施した。

問1 この実験で生じた皮膚がんの原因となる遺伝子(以下、遺伝子Xと呼ぶ)の突然変異を検出する目的で、皮膚がんと正常な皮膚からゲノムDNAを抽出した。これを鋳型に用いてPCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)でゲノムDNAの一部の領域(約210塩基対)を増やしたい。このPCRの反応液に必ず加えなくてはならない試薬として最も適当なものを、次の試薬リストの「酵素」「プライマー」「その他」からそれぞれ一つずつ選べ。

1

 ～

3

試薬リスト

[酵素]

- | | |
|--------------|--------------|
| ① DNA ヘリカーゼ | ② DNA ポリメラーゼ |
| ③ RNA ポリメラーゼ | ④ DNA リガーゼ |

[プライマー]

- | | |
|-------------|-------------|
| ① DNA プライマー | ② RNA プライマー |
|-------------|-------------|

[その他]

- ① 4種類のデオキシリボヌクレオシド一リン酸
- ② 4種類のデオキシリボヌクレオシド二リン酸
- ③ 4種類のデオキシリボヌクレオシド三リン酸
- ④ 4種類のリボヌクレオシド一リン酸
- ⑤ 4種類のリボヌクレオシド二リン酸
- ⑥ 4種類のリボヌクレオシド三リン酸

問 2 問 1 で調製した反応液を用いて、PCR による遺伝子増幅を図 1 に示す反応条件で実行した。図中のア～ウの各々の過程の説明として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 4 ～ 6

- ① DNA 分解が進行する。
- ② DNA 複製が進行する。
- ③ 塩基どうしの水素結合が切れて 1 本鎖になる。
- ④ 塩基どうしの共有結合が切れて 1 本鎖になる。
- ⑤ プライマーとその相補配列を持つ DNA 鎖とが水素結合を介して 2 本鎖を形成する。
- ⑥ プライマーとその相補配列を持つ DNA 鎖とが共有結合を介して 2 本鎖を形成する。

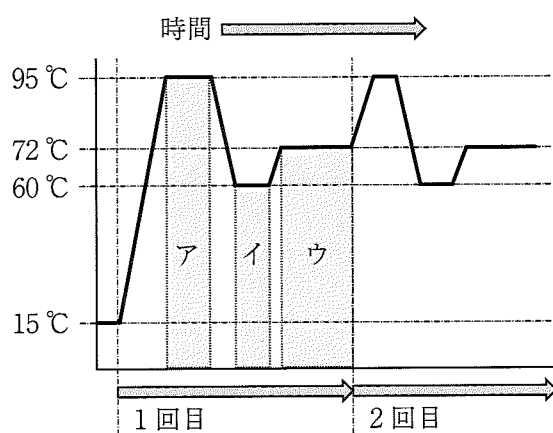


図 1 PCR の反応条件

空白ページ

生物の問題は次のページへ続きます。

問 3 この皮膚がんでは、遺伝子 X のある一塩基に生じた突然変異が重要であることが知られている。そこで、この PCR による遺伝子増幅で得られた DNA 断片を制限酵素 XbaI または TaqI で切断してみた。アガロースゲル電気泳動でこの DNA 断片の切断を解析したところ、図 2 の結果を得た。表 1 は、皮膚がん A と皮膚がん B において、遺伝子 X に生じた塩基の置換が引き起こしたアミノ酸の変異の場所と変異前後のアミノ酸をまとめたものである。図 3 に示す遺伝子 X と PCR 法で得られる DNA 断片の構造、遺伝子 X のゲノムから転写で得られる RNA の塩基配列、図 4 に示す制限酵素が認識する塩基配列と切断パターン、ならびに表 2 の遺伝暗号表を参考に、次の表 1 の a~f に最も適当なものを、下の選択肢からそれぞれ一つずつ選べ。なお、同じ選択肢を繰り返し用いても良い。 7 ~ 12

表 1 皮膚がんが生じたアミノ酸の置換を伴う変異

	皮膚がん A	皮膚がん B
変異が入ったアミノ酸の番号	a	d
変異が入る前のアミノ酸	b	e
変異が入った後のアミノ酸	c	f

[アミノ酸の番号の選択肢]

- ① 59 ② 60 ③ 61 ④ 62 ⑤ 63
 ⑥ 64 ⑦ 65 ⑧ 66 ⑨ 67 ⑩ 68

[アミノ酸の名称の選択肢]

- ① バリン ② ロイシン ③ イソロイシン ④ メチオニン
 ⑤ グルタミン ⑥ アスパラギン ⑦ アルギニン ⑧ プロリン
 ⑨ ヒスチジン ⑩ トリプトファン

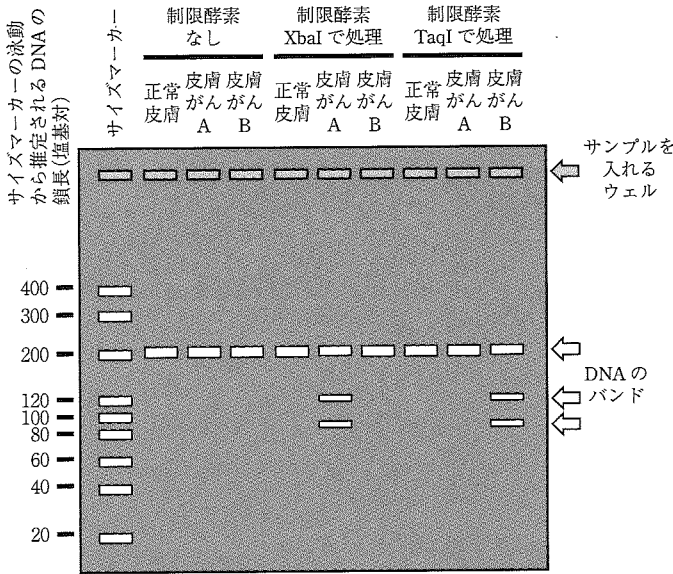


図 2 アガロースゲル電気泳動の結果

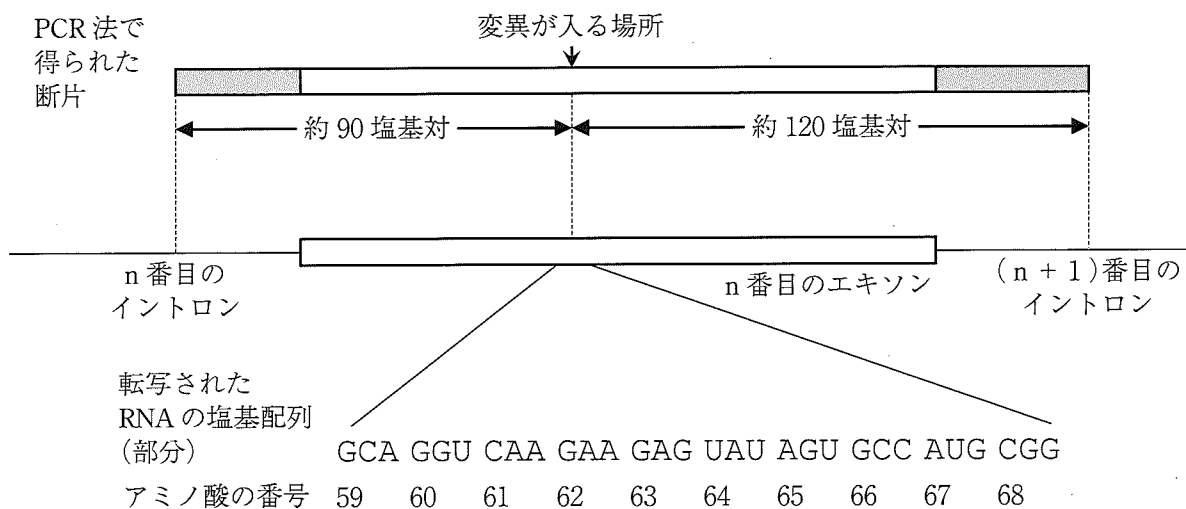


図 3 遺伝子 X の構造と転写された RNA の塩基配列



図 4 制限酵素 XbaI と TaqI

表 2 遺伝暗号表

1 番目の塩基	2 番目の塩基								3 番目の塩基
U	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)	UGA	(終止)	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	グルタミン	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	リシン	AGA	アルギニン	A
	AUG	メチオニン(開始)	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		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

問 4 遺伝子 X の産物は酵素 X と呼ばれるタンパク質である。次の説明文は、大腸菌を用いて酵素 X やその変異体を大量に生産させる方法の概略を説明したものである。空欄エ～コに最も適当な語句を、下の①～⑫のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 13 ～ 19

遺伝子は [エ] と総称される DNA に組み込んで大腸菌に導入する。[エ] としては、自身の DNA とは別に独立して増殖する環状の DNA である [オ] が、大腸菌への遺伝子導入に広く使われている。まず、この酵素 X の遺伝子と [オ] とを同じ制限酵素で切断した DNA 断片を用意する。ただし、転写後のしくみが大腸菌とマウスとでは異なるので、酵素 X の遺伝子から [カ] を取り除き、開始コドンから終止コドンまでが [キ] だけで構成されている DNA 断片を用意しなくてはならない。また、大腸菌の [ク] によって転写させるために、大腸菌で機能する [ケ] の下流に酵素 X の遺伝子を配置するように [オ] の作成を計画する。このようにして用意した 2 つの DNA 断片を試験管内で混合し、[コ] を作用させると、この酵素 X の遺伝子を含む [オ] が完成する。この [オ] を大腸菌に導入して培養すると、大腸菌は大量の酵素 X を産生する。

- | | | |
|--------------|------------|--------------|
| ① ゲノム | ② オペレーター | ③ プラスミド |
| ④ アグロバクテリウム | ⑤ エキソン | ⑥ イントロン |
| ⑦ プロモーター | ⑧ ベクター | ⑨ DNA リガーゼ |
| ⑩ DNA ポリメラーゼ | ⑪ RNA リガーゼ | ⑫ RNA ポリメラーゼ |

第3問 ヒトの視覚に関する以下の各問い(問1, 2)に答えよ。

〔解答番号 1 ~ 18 〕

問1 図1は網膜の断面である。図を参考に(1)~(5)の各問いに答えよ。

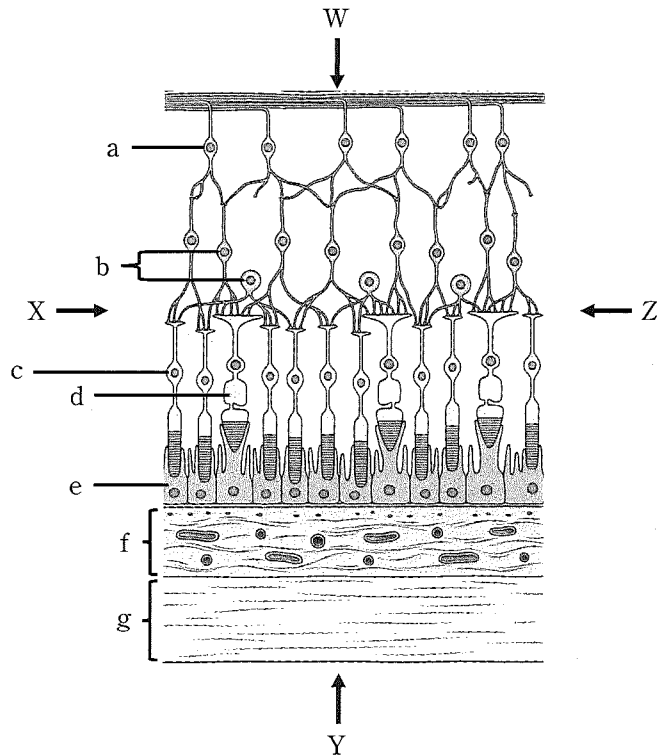


図1 網膜の断面

(1) 図1のa~gに当てはまる最も適当なものを、次の①~⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 1 ~ 7

- | | | |
|--------|----------|--------|
| ① 結膜 | ② 強膜 | ③ 角膜 |
| ④ 脈絡膜 | ⑤ 連絡神経細胞 | ⑥ 桿体細胞 |
| ⑦ 色素細胞 | ⑧ 視神経細胞 | ⑨ 錐体細胞 |

(2) 視細胞として適当なものを、次の①~⑤のうちから全て選べ。なお、解答は同一欄に過不足なくマークすること。 8

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d | ⑤ e |
|-----|-----|-----|-----|-----|

(3) 視物質としてロドプシンを持つものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 9

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① a | ② b | ③ c | ④ d | ⑤ e |
|-----|-----|-----|-----|-----|

(4) ロドプシンの説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

10

- ① ビタミンAの1種からつくられるオプシンと、レチナールというタンパク質が結合したもので、光を吸収すると、オプシンの立体構造が変わってレチナールから離れ、視細胞に興奮がおこる。
- ② ビタミンAの1種からつくられるオプシンと、レチナールというタンパク質からなり、光を吸収するとオプシンとレチナールの結合がおこり、視細胞に興奮がおこる。
- ③ ビタミンAの1種からつくられるレチナールと、オプシンというタンパク質が結合したもので、光を吸収すると、レチナールの立体構造が変わってオプシンから離れ、視細胞に興奮がおこる。
- ④ ビタミンAの1種からつくられるレチナールと、オプシンというタンパク質からなり、光を吸収するとレチナールとオプシンの結合がおこり、視細胞に興奮がおこる。

(5) 光が入ってくる方向として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

11

① W

② X

③ Y

④ Z

問 2 視細胞で生じた興奮は、視神経によって視覚野に伝えられるが、ヒトの場合、図2のように、両眼の内側(鼻側)の視神経は交さして反対側の視覚野に、外側(耳側)から出た視神経は交させず、そのまま視覚野に到達する。図を参考に(1)～(3)の各問いに答えよ。

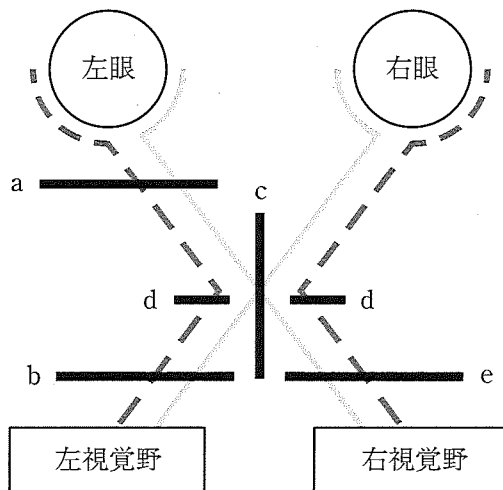


図2 ヒトの視覚経路

(1) ヒトの視覚野はどこにあるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

12

- | | | |
|-------|-------|--------|
| ① 前頭葉 | ② 頭頂葉 | ③ 側頭葉 |
| ④ 後頭葉 | ⑤ 中 脳 | ⑥ 間脳視床 |

(2) 網膜に映る像として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

13

- | | |
|-----------|-----------|
| ① 正立像 | ② 倒立像 |
| ③ 正立像で左右逆 | ④ 倒立像で左右逆 |

(3) 眼球に異常はないが、図2のa～eの部分で視神経が何らかの原因で遮断された場合、左右の目の視野はどうなるか。最も適当なものを、下図の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。なお、図中の白は視野が正常であることを、黒は視野が欠損していることを示す。

14

18

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 左 | 右 | | 左 | 右 |
| ① | | | ② | | |
| ③ | | | ④ | | |
| ⑤ | | | ⑥ | | |

Ⅱ 個体群および種の絶滅に関する以下の各問い(問1～4)に答えよ。解答は記述式解答用紙に記入せよ。

生態系に強い¹かく乱が起きると、生物多様性が損なわれたり、個体群が絶滅したりすることがある。強い¹かく乱のひとつとして、生息地の 化が挙げられる。これは、ある生物の個体群の生息する連続した大きな場所が小さな生息地に分かれて行く現象をさす。生息地の 化によって生じた小さな個体群を といい、 どうしが交流のない状態になることを 化という。 化して個体数が少なくなった では、 によって偶然に性比が著しく偏ることがあり、これは次世代の 率の低下をまねく。また、災害や捕食で大多数の個体が死んでしまうなど、 率の低下も生じやすい。 が低下するとアリー効果が弱まり、これも絶滅の危険性につながる。

一般的に、小さな個体群では²近交弱勢や の影響が強くあらわれる。その結果、個体群の縮小がさらに進み、 が損なわれることで、環境変化や新しい病原菌に対応できない個体が生じる。生息地の 化に始まり、こうした過程が連動して繰り返されることで、いったん個体数や が低下してしまった個体群では適応度が低くなって、絶滅に向かう速度が大きくなる傾向が強い。この現象を という。

地球全域において、多数の生物種の絶滅が、地質学的には比較的短期間のうちに生じることもある。化石による調査などから、過去6億年の間に少なくとも5回の大量絶滅が起きたことが明らかになっている。その中でも最大規模の絶滅は 代の 紀末に起きた。当時の海洋生物の9割以上が絶滅したとされる。この絶滅の原因のひとつとして、地球規模の大規模な火山活動が挙げられている。この説によれば、大規模な火山活動によって気候が急変し、 が抑制されることで海中の が長期間にわたって低下したと考えられている。一方、最後の大量絶滅は 代の 紀末のもので、 代を代表する動物である 類やアンモナイトなどが絶滅した。原因は³巨大いん石が地球に衝突して、火災と粉じんにより太陽光が遮られたこと、また、それにともなう地球全体の寒冷化と考えられている。

問1 上の文の空欄ア～チに最も適当な語句を記入せよ。語句の一部が空欄のものについては、解答欄内に文字を補ってあるので参考にせよ。

問 2 下線部 1 とは異なり，中規模のかく乱は多種の共存をもたらす場合がある。極相林で中規模のかく乱が生じた場合について，以下の(1)，(2)の各問いに答えよ。

(1) 極相林における中規模のかく乱で生じる，林冠が比較的広くとぎれた空間を何というか。最も適当な語句をカタカナ 4 文字で答えよ。

(2) 極相林における中規模のかく乱によって樹種が多様になる理由を「林床」「陰樹」という 2 つの用語を用いて，句読点を含めて 50 字以内で説明せよ。

問 3 下線部 2 について説明した下の文の空欄ツ～ニに最も適当な語句を記入せよ。語句の一部が空欄のものについては，解答欄内に文字を補ってあるので参考にせよ。

近交弱勢とは，適応度を低下させる 性の が， によって 接合になることで 型に現れやすくなる現象である。

問 4 下線部 3 の推測の根拠は何か。この地質時代の境界地層における地球規模での調査結果について，句読点を含めて 40 字以内で説明せよ。

