

2020 年度一般入学試験(前期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 43 ページあり、問題数は、物理 4 問、化学 4 問、生物 4 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 解答用紙の所定欄に次のとおり受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。
 - ・ 一般入試のみを志願する受験者は一般の欄に受験番号を記入する。
 - ・ 併用入試のみを志願する受験者は併用の欄に受験番号を記入する。
 - ・ 一般入試と併用入試の両方を志願する受験者は一般と併用の両方の欄にそれぞれの受験番号を記入する。

なお、記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は、当該科目の試験が無効となる。

また、※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子は持ち帰ること。
- 7) 解答用紙は持ち出してはならない。
- 8) 試験終了時には、解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙の回収後、監督者の指示に従い退出すること。

2020 年度一般入学試験（前期）

生 物（問題）訂正

p20 19 行目

I （6） 選択肢 E を選択肢から削除。

p22 3 行目

I （9） 選択肢 B

（誤） B デボン紀になるとは虫類が出現した。



（正） B デボン紀になると、は虫類が出現した。

p24 19 行目と 26 行目

II 問 2 選択肢 3 と選択肢 7

（誤） 3 クリプトクロムが存在しない変異体では、



（正） 3 フォトトロピンが存在しない変異体では、

（誤） 7 茎の伸長は赤色光と青色光の両方により抑制されている。



（正） 7 茎の伸長は赤色光や青色光により抑制されている。

p39 11 行目～

III 問 6 問題文に下記条件を追加

（追加）ただし、2つの対立遺伝子由来のポリペプチド鎖の分子数は同じであるものとする。

p43 1 行目と 9 行目

IV 問 5 問題文および選択肢 5

（誤）熱帯雨林



（正）熱帯多雨林

生 物 (前期)

I 次の(1)~(10)の間に答えなさい。ただし、複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順に並べなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

(1) 脂質二重層の膜が1枚(一重)でできているものをすべて選びなさい。

- | | |
|---------|-----------|
| A 小胞体 | B ミトコンドリア |
| C リソソーム | D 核 |
| E 葉緑体 | F ゴルジ体 |
| G 該当なし | |

(2) 絶滅種をすべて選びなさい。

- | | |
|-------------|-------------|
| A アメリカザリガニ | B ニホンオオカミ |
| C オオサンショウウオ | D 三葉虫 |
| E タガメ | F イリオモテヤマネコ |
| G 該当なし | |

(3) 細胞骨格をすべて選び、直径の小さい順に並べなさい。

- | | |
|--------------|-----------|
| A 中間径フィラメント | B コラーゲン繊維 |
| C フィブリン繊維 | D 微小管 |
| E アクチンフィラメント | F 該当なし |

(4) 両生類の胚でオーガナイザーがどこにあるか選びなさい。

- | | |
|-----------|-----------|
| A 動物極 | B 植物極 |
| C 原口背唇部 | D 精子の侵入部位 |
| E 決まっていない | F 該当なし |

(5) タンパク質の構造とアミノ酸の側鎖に関して誤っているものをすべて選びなさい。

- A ある側鎖の構造が別の種類のアミノ酸のものに変化しても、一次構造が変わらない場合がある。
- B ある側鎖を持つアミノ酸を指定するコドンに変異が起こっても、一次構造が変わらない場合がある。
- C S—S 結合は必ず同じ種類の側鎖間で形成される。
- D 側鎖に硫黄を含まないアミノ酸は 17 種類ある。
- E 同じ性質を持った側鎖どうしが反発し合うことがある。
- F タンパク質の α ヘリックスは異なるポリペプチド間の水素結合によって形成される。
- G 該当なし。

(6) 岡崎フラグメントに関する説明で正しいものをすべて選びなさい。

- A 最初に DNA リガーゼによって RNA プライマーが合成される。
- B 原核生物には存在しない。
- C ラギング鎖の複製時に合成される。
- D 個々のフラグメントは $3' \rightarrow 5'$ 方向に合成されるが、鎖全体では $5' \rightarrow 3'$ 方向に合成されたように見える。
- E 半保存的に複製される。
- F 1つの複製起点から 2 本鎖 DNA の開裂が起こる (2 本鎖がほどける) と 4 か所で DNA 合成が同時に起こるが、そのうち 2 か所で岡崎フラグメントは合成される。
- G 該当なし。

(7) ATPのエネルギーが必要でないものをすべて選びなさい。

- A 原形質流動
- B ホルモン等の情報伝達物質の受容体への結合
- C ナトリウムポンプによる Na^+ の輸送
- D 精子のべん毛の運動
- E 抗原抗体反応
- F 解糖系の反応
- G カルビン・ベンソン回路の反応
- H クエン酸回路の反応
- I ニューロンでのナトリウムチャネルによる Na^+ の流入
- J 該当なし

(8) ショウジョウバエの発生に関して正しいものをすべて選びなさい。

- A 雄親のピコイド遺伝子の機能がなくなると、次世代の胚の頭部は形成されない。
- B セグメントポラリティ遺伝子は7本の縞状に発現する。
- C ピコイド mRNA の濃度勾配は、そのタンパク質よりもより緩やかな濃度勾配を形成している。
- D ウルトラバイソラックス遺伝子の変異体(バイソラックス突然変異体)では、触覚部分に脚が生えてくる。
- E ホメオティック遺伝子群(Hox 遺伝子群)によって、体節の運命が決定される。
- F 受精卵は発生に伴い核分裂が繰り返されて一時期多核になる。
- G 一層の細胞層からなる胞胚の中には空気が入っている。
- H 該当なし。

(9) 生物の進化に関して正しいものをすべて選びなさい。

- A カンブリア爆発により地球上では大量絶滅が起こった。
- B デボン紀になるとは虫類が出現した。
- C アノマロカリスはシルル紀に繁栄した。
- D 裸子植物は、中生代に出現した。
- E ジュラ紀に三葉虫が絶滅した。
- F ユーステノプテロンはデボン紀に出現した。
- G アンモナイトは白亜紀に絶滅した。
- H 該当なし。

(10) ヒトにおいて、10 ng の DNA は腎臓の細胞(核相が $2n$ の細胞)何個分の DNA に相当するか最も近いものを選びなさい。ただし、ここではミトコンドリアの DNA は考慮しないものとし、ゲノムには 30 億塩基対があるものとする。また、1 塩基対の平均分子量は 660 とし、アボガドロ定数は、 6.02×10^{23} とする。

- | | | |
|------------|-------------|------------|
| A 150 個 | B 950 個 | C 1,700 個 |
| D 4,600 個 | E 15,000 個 | F 48,000 個 |
| G 86,000 個 | H 147,000 個 | |

Ⅱ 光合成色素についての以下の文を読み、問 1 ～問 5 に答えなさい。

光合成生物は、光合成色素によって吸収された光エネルギーを利用して光合成を行っている。これらの光合成色素の溶液にいろいろな波長の光をあてて吸収率を調べると、光合成色素ごとに吸収する光の波長が異なることがわかる。光合成生物は異なる吸収波長を示すいくつかの光合成色素をもつことで吸収できる光エネルギーの領域を広げている。下の表 1 は、様々な光合成生物がもつ光合成色素を示しており、藻類は含まれる光合成色素の違いから、ケイ藻、緑藻、褐藻、紅藻などに分類される。

表 1 光合成生物がもつ光合成色素の比較

○はその生物が持つ光合成色素を表す。*はキサントフィル類。

	種子植物	ケイ藻	緑藻	褐藻	紅藻	シアノバクテリア
クロロフィル a	○	○	○	○	○	○
クロロフィル b	○		○			
クロロフィル c		○		○		
カロテン	○	○	○	○	○	○
ルテイン*	○		○		○	
フコキサンチン*		○		○		
フィコビルリン					○	○

問 1 光合成色素に関連する記述について、誤っているものをすべて選んで番号で答えなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の番号を選びなさい。

- 1 真核生物ではストロマにある。
- 2 クロロフィル a は種子植物の光化学系Ⅱの反応中心でも働く。
- 3 クロロフィル a は青緑色，カロテンは赤色である。
- 4 光の波長と光合成速度との関係を示したものを作用スペクトルという。
- 5 種子植物の作用スペクトルでは，黄色より赤色で反応効率がよい。
- 6 クロロフィル b の吸収スペクトルでは，赤色より青色の吸収量が多い。
- 7 光合成色素はタンパク質と結合し，光化学系Ⅰ，Ⅱを形成している。
- 8 緑色硫黄細菌にもクロロフィル a が存在している。
- 9 該当なし。

問 2 種子植物は光受容体によって光を受容し，様々な環境に応答することができる。光受容体と植物の反応について正しい記述をすべて選んで番号で答えなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の番号を選びなさい。

- 1 光発芽種子では，フィトクロムが赤色光を吸収するとジベレリンの合成が誘導され，結果として発芽が誘導される。
- 2 ダイコンの芽生えに右から赤色光，左から青色光を当てると，芽生えは右側への屈曲が見られる。
- 3 クリプトクロムが存在しない変異体では，白色光を与えても芽生えは屈曲しない。
- 4 芽生えの白色光による屈曲は，屈曲とは逆側のジベレリンの濃度が高くなることに起因している。
- 5 フォトリピンが青色光を受容すると結果として気孔の開口が起こる。
- 6 短日植物における光中断による開花の抑制には，フィトクロムによる遠赤色光の受容が重要である。
- 7 茎の伸長は赤色光と青色光の両方により抑制されている。
- 8 該当なし。

問 3 下線部Aに関して、それぞれがもつ光合成色素の特徴によって光合成生物は生息域をすみわける事ができる。緑藻は比較的浅い海にしか生育しないが、褐藻は中層まで生育し、紅藻類は深層(水深約 10 メートル)にも生育する事ができる。下の図 1 は水深と光強度の関係を示したグラフである。図 2 のア～ウのグラフは、代表的な紅藻類、緑藻類、褐藻類のいずれかの吸収スペクトルを示している。2つのグラフを参考にして、次のA)とB)の文章の a ～ e にあてはまる語句を語群(1)～(20)から選んで答えなさい。答えはA)の a, b とB)の c, d, e をそれぞれ指定された解答欄に順に記入しなさい。(解答例 a, b 1, 2)

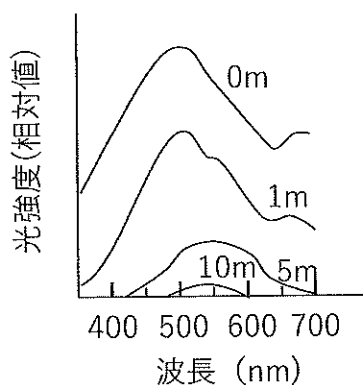


図 1 水深と光強度の関係

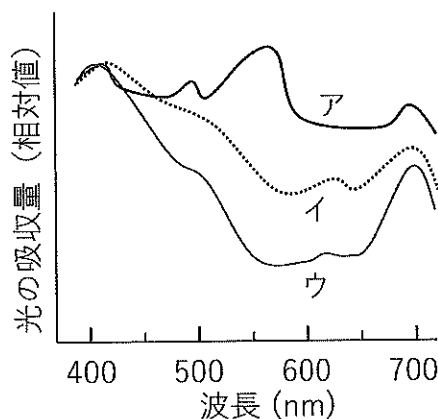


図 2 藻類の吸収スペクトル

A) 10 メートルの深層は、ほぼ 色光しか届かないため、紅藻の持つ赤色の光合成色素 は、 色光を吸収できると推測される。

B) 図 2 のグラフ は nm 付近の光の吸収量が ため、紅藻の吸収スペクトルであると推測される。

語群

- | | | | | |
|---------------|---------------|--------------|---------------|----------|
| (1) ア | (2) イ | (3) ウ | (4) 赤 | (5) 青 |
| (6) 緑 | (7) 紫 | (8) 450 | (9) 550 | (10) 650 |
| (11) 700 | (12) 大きい | (13) 小さい | (14) クロロフィル a | |
| (15) クロロフィル b | (16) クロロフィル c | (17) カロテン | | |
| (18) フィコビルリン | (19) ルテイン | (20) フコキサンチン | | |

問 4 種子植物と藻類の光合成色素を薄層クロマトグラフィーにて分離して観察した。この実験に関して、(1)~(3)の間に答えなさい。

方法 光合成生物を粉末シリカゲルとともに乳鉢ですり潰し、エタノールを入れて静置して上澄みをとる(抽出液)。薄層クロマトグラフィー用シート(TLCシート)の原点に、抽出液を20 μ L 滴下する。TLCシートの原点から下側1 cmの部分のみを展開液(石油エーテル：アセトン=5：5)に浸し、試料を展開させる。展開が終了したら、TLCシート上の展開液の上限の位置(溶媒前線)と色素の位置に印を付ける。シートを乾燥させて、移動率(Rf 値)を計算する。表2はこの実験条件でのそれぞれの光合成色素のRf 値(平均値)を示す。なお、フィコビルリンはこの方法では溶出できないため、スポットとして観察できない。

表2 様々な光合成色素の Rf 値

色 素	Rf 値(平均)	色 素	Rf 値(平均)
クロロフィル a	0.77	カロテン	0.97
クロロフィル b	0.68	ルテイン	0.65
クロロフィル c	0.14	フコキサンチン	0.57

(1) 実験操作について、誤っている記述をすべて選んで番号で答えなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の番号を選びなさい。

- 1 抽出液は引火性があるので火気に注意する。
- 2 展開液の蒸気は有毒であるため換気に注意する。
- 3 TLC シートへの印は、油性ペンを用いる。
- 4 シリカゲルの粉末は吸い込まないように注意する。
- 5 同じ条件で実験を行った場合でも、各色素のスポットの並び順が変化することがあるので R_f 値は実験のたびに大きく異なる。
- 6 試料の展開は、ふたの開いた試験管を用いると良い。
- 7 R_f 値の計算は、原点からの色素の移動距離と溶媒前線までの距離から求めることができる。
- 8 該当なし。

- (2) 図3は実験結果で、展開図には色素のスポットの位置がバンドで示している。Aはシロツメクサ、Bはオビケイソウの結果を示している。C～Fは、アオサ、コンブ、テングサ(マクサ)、ワカメのいずれかの結果を示している。ただし、展開時間がずれたため、溶媒前線の位置が試料ごとに異なっていた。アオサ(ア)とテングサ(イ)にあてはまる展開図をそれぞれ選んで、順にC～Fの記号で答えなさい。(解答例 ア, イ C, D)

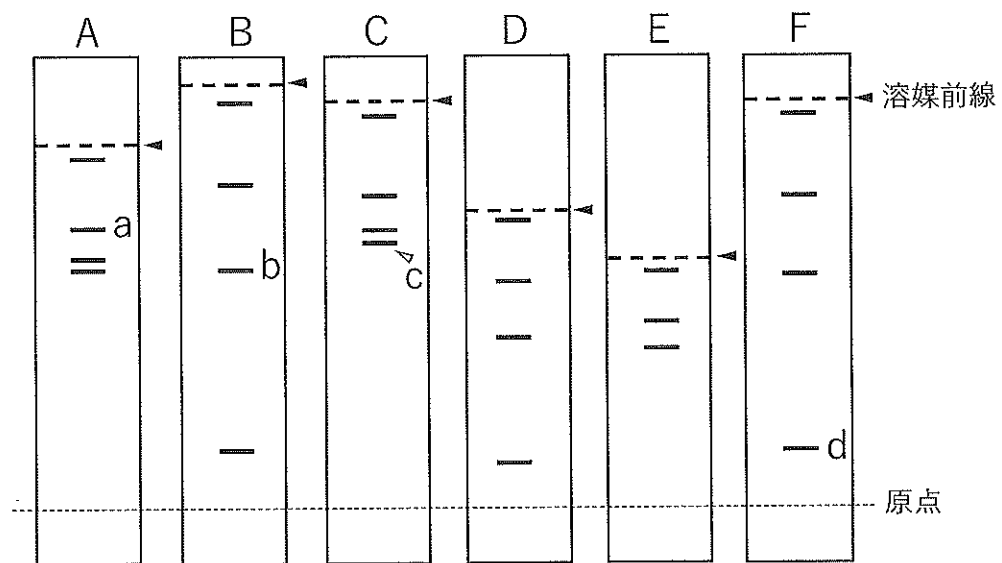


図3 様々な試料の薄層クロマトグラフィーによる展開図
点線(-----)は原点の位置、矢頭が指す破線(---◀)は溶媒前線の位置、横線は各色素の位置を示す。

- (3) 図3のa～dの光合成色素を下記の中から選び記号を書きなさい。ただし、同じ光合成色素を複数回答えてもよい。

A クロロフィル a	B クロロフィル b	C クロロフィル c
D カロテン	E ルテイン	F フコキサンチン

問 5 シアノバクテリア，藻類，種子植物のもつ光合成色素の種類のみを条件として，これらの進化について考えた時，図 4 の系統樹のようになった。ア～エは生物の種類，(a)～(e)は光合成色素名を示している。(1)～(2)の間に答えなさい。

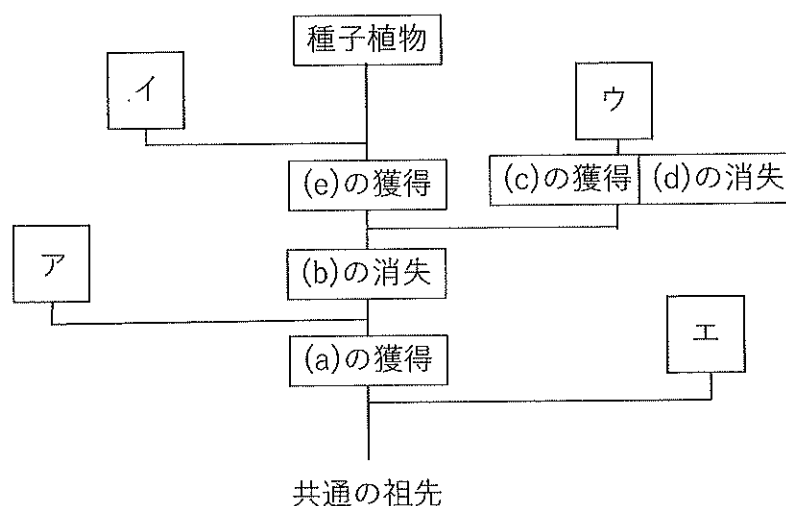


図 4 光合成生物の系統樹

(1) 図 4 のア～ウにあてはまる生物の種類を下の選択肢 A～L から選び記号を
アイウの順に指定された 1 つの解答欄に答えなさい。(解答例 A, B, C)

- | | | | |
|---------------|---------------|------|------|
| A ケイ藻 | B 緑藻 | C 褐藻 | D 紅藻 |
| E シアノバクテリア | F ケイ藻・緑藻 | | |
| G 緑藻・褐藻 | H 褐藻・紅藻 | | |
| I 紅藻・シアノバクテリア | J ケイ藻・褐藻 | | |
| K 緑藻・紅藻 | L 緑藻・シアノバクテリア | | |

(2) 図 4 の(a)～(c)にあてはまる光合成色素名を下記の中から選び記号を答えなさい。なお，2 種類の光合成色素名があてはまることもある。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| A クロロフィル a | B クロロフィル b | C クロロフィル c |
| D カロテン | E ルテイン | F フコキサンチン |
| G フィコビルリン | | |

Ⅲ アルコール(エタノール)の分解に関する以下の文を読み、問1～6に答えなさい。

個人の体質は様々な遺伝子の遺伝子型によってある程度決まっており、お酒に強いかわ弱いかわについてはアルコールの代謝に関わるいくつかの遺伝子が重要な要素であることが知られている。お酒を飲んで血中のアルコール濃度が少し上昇すると気分がよくなる(ほろ酔い気分)^(あ)が、濃度がより上昇するとうまく話せなかったり、歩けなくなったりする(酔った状態)。アルコールは a に送られ最終的に酢酸に分解されて無毒化される。まず、複数の種類があるアルコールデヒドロゲナーゼ(ADH)酵素群によってアルコールはいったんアセトアルデヒドに変換される。アセトアルデヒドは有害な物質で、その血中濃度が高まると吐き気や頭痛などを引き起こす(二日酔い)^(い)。アセトアルデヒドは、複数の種類があるアルデヒドデヒドロゲナーゼ(ALDH)酵素群によって無害な酢酸に変換される。ADH 酵素群の主要なADH 1 B の遺伝子には野生型とよく知られた変異型があり、その変異型のほうが酵素活性は高く、アルコールは分解されやすい。一方、ALDH 酵素群の主要なALDH 2 の遺伝子にも野生型とよく知られた変異型があるが、ALDH 2 ではその変異型のほうが酵素活性は低く、アセトアルデヒドが分解されにくい。(以下の問題でのADH 1 B、ALDH 2 の変異型はこれらの変異型を指しているものとする。)ALDH 酵素群のように1つの細胞に同じようなアミノ酸配列をもった酵素遺伝子がいくつも存在するのは、遺伝子の進化の過程において祖先のゲノム上で b という現象が起こったと考えられている。

問 1 と にあてはまる語句を答えなさい。ただし、
 には臓器の名前を入れなさい。

問 2 下線部(あ)といについて、これらの血中濃度が ADH 1 B と ALDH 2 の 2 つの酵素の遺伝子型だけで決まっていると仮定すると、ADH 1 B と ALDH 2 のいずれも変異型ホモ接合体の場合は次のどのタイプに相当するか、以下の A ~ D の中から 1 つ選びなさい。該当するものがない場合には「該当なし」の記号を選びなさい。

- A 飲酒直後のほろ酔い気分はあまり続かず、その後の二日酔いもほとんど起こらない。
- B 飲酒直後のほろ酔い気分はあまり続かず、その後に二日酔いが起こる。
- C 飲酒直後のほろ酔い気分が長く続き、その後の二日酔いもほとんど起こらない。
- D 飲酒直後のほろ酔い気分が長く続き、その後に二日酔いが起こる。
- E 該当なし。

問 3 図 1 は、ALDH 2 遺伝子のエキソンのうちタンパク質を指定する部分の塩基配列の一部で、変異型で点突然変異が起こっている部分(下線部)のアミノ酸は野生型ではグルタミン酸である。遺伝暗号表を参考にして以下の(1)~(4)の間に答えなさい。

野生型 DNA 配列 5' CGGGCTGCAGGCATACACTGAAGTGAAAAC 3'

変異型 DNA 配列 5' CGGGCTGCAGGCATACACTAAAGTGAAAAC 3'

図 1 ALDH 2 遺伝子(一部分)の野生型と変異型の塩基配列の比較

遺伝暗号表

1 番目の塩基	2 番目の塩基				3 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	UGA 終止	A
	UUG	UCG	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	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

- (1) 点突然変異が起こっているアミノ酸の3つ前(アミノ基側)のアミノ酸の名前を答えなさい。
- (2) 上に示されている野生型の塩基配列のコドンの中で、1塩基の置換によってセリンのコドンになる可能性があるものは何個かを答えなさい。可能性がない場合は「なし」と書きなさい。ただし、両端部分でコドンになっていない場合は、その部分のアミノ酸の変化の可能性は考えないこととする。
- (3) 上に示されている野生型の塩基配列のどこかに1塩基の挿入がされることによって、この遺伝子から合成されるタンパク質のアミノ酸配列にメチオニンが含まれる可能性は何通りあるか答えなさい。可能性がない場合は「なし」と書きなさい。
- (4) 上に示されている野生型の塩基配列の範囲の中で1塩基の欠失が起きた時に、この範囲で終止コドンが出現しタンパク質が短くなる可能性がある。そのような塩基は全部で何カ所存在するか答えなさい。

問 4 ALDH 2 の変異型を保有する人の割合は地域によって異なる。日本人の成人の 25 人に 1 人が変異型のホモ接合体だと仮定すると、新生児 285 人のうちヘテロ接合体は理論的に何人いると予想されるか小数点第二位を四捨五入して答えなさい。ただし、ここではハーディ・ワインベルグの法則が成り立つものとする。

問 5 遺伝子型の決定には PCR 法を用いることもできる。PCR 法について以下の (1)~(3)について答えなさい。

- (1) PCR 法では増幅したい DNA の両端の塩基配列に相補的な 2 種類のプライマーを用いて目的の DNA を増幅する。ゲノム DNA のような長い 2 本鎖 DNA を鋳型にして目的領域の PCR 法を行う場合を考える。図 2 のように 1 分子の 2 本鎖の鋳型 DNA の増幅を行った時、反応時間が十分であれば 1 サイクル目の PCR 産物は目的領域を超えて長いものができる。2 サイクル目でも片方の鎖の端は長く、3 サイクル目ではようやく目的領域を過不足なくもつ PCR 産物が 2 分子できる。3 分子の鋳型 DNA から始めて、6 サイクルの反応が終わった後には両端が過不足のない目的の DNA が原理的に何分子できるか答えなさい。

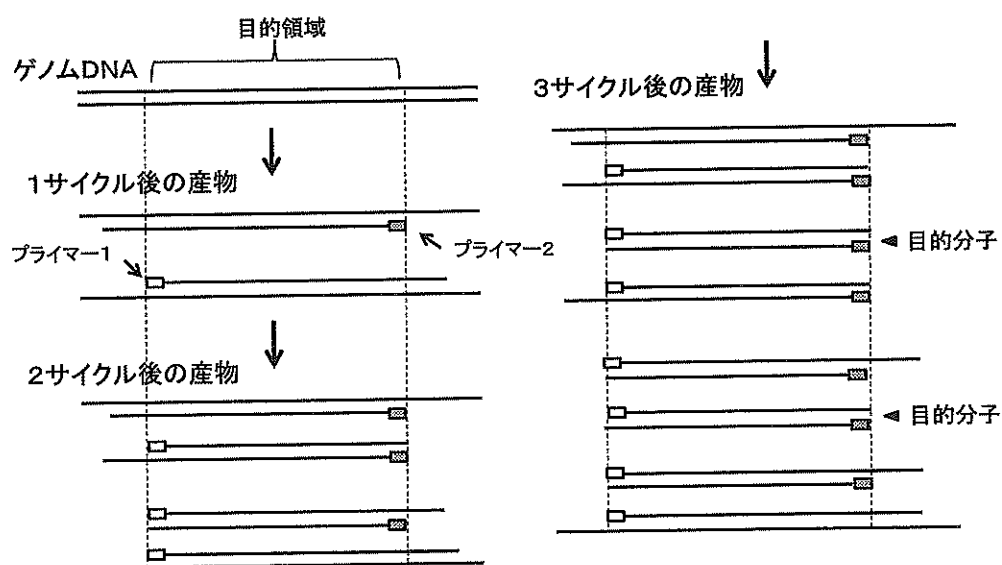


図 2 ゲノム DNA を鋳型とする PCR 法の過程

(2) プライマーの塩基配列は重要であり、同じ配列が鋳型 DNA の目的領域以外に存在すると、誤った部位の DNA が増幅されることがある。そのため目的領域以外に同じ配列が存在しない部分に対するプライマーを用意することが望まれている。ヒトのゲノムは 30 億塩基対からなるが、確率的にプライマーの塩基配列がゲノム上に 1 か所未満しか存在しないようにするためには、プライマーの塩基数を最低何塩基にしないといけないか、下の A から Eの中から選びなさい。ただし、ここでは各塩基は同じ確率でランダムに出現するものとする。なお、 $4^{14} = 268,435,456$ を参考にしてもよい。

A 14 塩基

B 15 塩基

C 16 塩基

D 17 塩基

E 18 塩基

(3) ALDH 2 遺伝子の変異型の配列をもとに合成したあるプライマーのセットを用いると、わずか 1 塩基の違いによって野生型では DNA が増幅されず、変異型の DNA のみが増幅できることがわかっている。このプライマーのセットを用いて、A さん、B さん、C さんそれぞれの口の粘膜細胞から抽出した DNA を用いてそれぞれ PCR 法を行い、電気泳動で DNA のバンドの有無を調べた。なお、あらかじめ別に DNA を採取して行った異なる方法による実験から B さんは野生型のホモ接合体で、C さんは野生型と変異型のヘテロ接合体あることが確定している。以下の(3)―1～(3)―3の間に答えなさい。

(3)―1 この実験を行った結果、3 人とも増幅した DNA のバンドが見えなかった。この PCR 法の実験の結果から考えられる可能性を以下の A～Gの中からすべて選び記号で答えなさい。ただし、この実験から論理的に導きだせないことは選ばないものとする。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

- A Aさんの ADH 1 B の遺伝子型は野生型である可能性がある。
- B 実験の操作が正しく行われなかった可能性がある。
- C 使用した耐熱性 DNA ポリメラーゼが失活していた可能性がある。
- D PCR 法に用いた装置が故障によって温度コントロールができなかったという可能性がある。
- E ALDH 2 遺伝子は、他の遺伝子よりも変異しやすい可能性がある。
- F Aさんの粘膜細胞では ALDH 2 遺伝子が発現していなかった可能性がある。
- G 今回実験に使用した DNA が抽出過程で完全に分解していた可能性がある。
- H 該当なし。

(3)―2 再度同じ3人からそれぞれDNAを採取し、2回目のPCR法を行った。ただし、1回目のPCR法に使用した装置と1回目を使用した酵素の残りをを用いて、それ以外の試薬は新しく調整しなおして反応に用いた。同じ反応条件のもとPCR法を行い電気泳動したところ、今度は3人とも増幅したDNAのバンドが見えた。1回目と2回目の両方の実験結果から考えられることをA～Hよりすべて選び記号で答えなさい。ただし、これらの2回の実験から論理的に導きだせないことは選ばないものとする。該当するものがない場合のみ「該当なし」の記号を選びなさい。

- A 1回目の反応に用いた試薬に問題があった可能性がある。
- B 1回目の実験の操作は間違っていなかったと断言できる。
- C 1回目の実験に用いた耐熱性DNAポリメラーゼがそれを保存していた容器の中で既に失活していた可能性がある。
- D 1回目に使用したDNAが抽出過程で分解していた可能性はない。
- E 2回目に用いた試薬にBさんのDNAが微量に混入していた可能性がある。
- F 2回目に用いた試薬にCさんのDNAが微量に混入していた可能性がある。
- G Aさんの粘膜細胞ではALDH2遺伝子が発現していたと考えられる。
- H Aさんの粘膜細胞ではALDH2遺伝子が発現していた可能性はない。
- I 該当なし。

(3)―3 1回目と2回目の両方の実験結果から，AさんのALDH 2遺伝子の遺伝子型に関して結論づけられることを下記のA～Eの中からすべて選び記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ「該当なし」の記号を選びなさい。

- A 野生型のホモ接合体である。
- B 野生型と変異型のヘテロ接合体である。
- C 変異型のホモ接合体である。
- D 対立遺伝子のうち少なくとも一方は野生型である。
- E 対立遺伝子のうち少なくとも一方は変異型である。
- F 該当なし。

問 6 ALDH 2 遺伝子は常染色体上の遺伝子であり，親の遺伝子はメンデルの遺伝の法則にしたがって遺伝をする。ALDH 2 酵素は4つの同種のポリペプチド鎖(サブユニット)が集まった4次構造をつくるが，細胞内で父方と母方の対立遺伝子由来のポリペプチド鎖はそれぞれ同じ確率で組み合わせられて集合できる。例えば，4つのポリペプチド鎖のすべてが母方由来であることもあり，また3つのポリペプチド鎖が父方由来で，1つが母方由来のものも存在する。4つのポリペプチド鎖のうち，1つでも変異型のポリペプチド鎖が存在すると，変異型のポリペプチド鎖が他の野生型のポリペプチド鎖の酵素活性を阻害することが知られている。すなわち，4つのうち1つでも変異型のポリペプチド鎖を含む場合，本来はポリペプチドの数に比例した中間の活性になるはずが，予想される活性よりも低くなる(実際は酵素活性がほぼなくなる)。これに関して以下の(1)と(2)の間に答えなさい。

(1) 子供が父親から変異型の対立遺伝子，母親から野生型の対立遺伝子を受け継いだ場合，子供のもつ ALDH 2 の酵素活性の平均値は，すべて野生型のポリペプチド鎖の酵素をもつ子供の ALDH 2 の酵素活性の平均値に比べて何％になるか，小数点第 3 位を四捨五入して答えなさい。ただし，4 つすべて野生型のポリペプチド鎖の場合を酵素活性 100 % とする時，4 つのうち 1 つでも変異型のポリペプチド鎖を含む場合の酵素活性は 0 % とみなす。

(2) お酒に強いかわ弱いかわということは，アルコールの分解の結果できたアセトアルデヒドが速く分解されて二日酔いになりにくいかわ，その分解が遅く二日酔いになりやすいかわということにも対応している。「お酒に強いかわ，弱いかわ」には明確な基準はないが，ここでは ALDH 2 の酵素活性が野生型のホモ接合体の場合の 70 % 以上で“強い”とし，30 % 以下でお酒に“弱い”という形質に対応すると定義する。この定義に従った場合，子が親から受け継いだ ALDH 2 の 2 つの対立遺伝子は，どのような関係になるかわ最も適当なものを A～E の中から 1 つ選びなさい。該当するものがない場合には「該当なし」の記号を選びなさい。

- A 野生型の対立遺伝子は優性で，変異型の対立遺伝子も優性である。
- B 野生型の対立遺伝子は優性で，変異型の対立遺伝子は劣性である。
- C 野生型の対立遺伝子は劣性で，変異型の対立遺伝子は優性である。
- D 野生型の対立遺伝子は劣性で，変異型の対立遺伝子も劣性である。
- E 野生型と変異型の対立遺伝子には優劣はない。
- F 該当なし。

IV 生態系における物質生産に関する以下の問 1 ～問 6 に答えなさい。

下の表は、地球上の主な生態系における生産者の面積あたりの現存量と純生産量の平均値*を示している。

生態系	面 積 (10^6 km^2)	現存量 (kg/m^2) (面積あたりの平均値)	純生産量 ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$) (面積あたりの平均値)
A	332.4	0.003	0.125
B	2.0	15.000	3.000
C	50.0	0.370	0.055
D	28.6	0.100	0.465
E	57.0	29.825	1.402
F(農耕地)	14.0	1.000	0.650
G	24.0	3.083	0.788
H	2.0	0.025	0.400
地球全体	510.0	3.609	0.336

*現存量および1年あたりの純生産量の平均値は、各生態系における生産者の乾燥重量の推定値をもとに計算し、小数第4位を四捨五入して示した。また、湧昇域は外洋域の一部として計算している。

問 1 表の生態系 A～H (F を除く) には、次の(あ)～(き)からそれぞれ1つずつあてはまる。A と B, C と D, E, G と H にあてはまる記号を選び、それぞれの指定された解答欄に順番に書きなさい。(解答例 C, D (い), (あ))

- (あ) 森 林 (い) 草 原 (う) 荒 原 (え) 外海域
(お) 沼沢・湿原 (か) 湖沼・河川 (き) 浅海域

問 2 以下の(1)と(2)の文で示した生態系 A と C の特徴に最も強い影響を与えている要因を次の 1 ～ 4 のうちからそれぞれ 1 つずつ選び、番号を答えなさい。

- (1) 生態系 A では、現存量が他の生態系に比べて小さい。
- (2) 生態系 C では、純生産量が他の生態系に比べて小さい。

[要因]

- 1 光の量
- 2 気温と湿度
- 3 面積あたりの栄養塩類の平均量
- 4 1 個体に占める光合成器官(同化器官)の割合

問 3 生態系 B の純生産量が大きい理由として誤っているものはどれか、次の 1 ～ 4 のうちから 1 つ選び、番号を答えなさい。

- 1 水が豊富で活発に光合成ができる環境だから。
- 2 総生産量に対する呼吸量の割合が小さい生産者が繁殖しているから。
- 3 富栄養化の進んだ環境だから。
- 4 この環境に適応した内部構造をもった生産者が繁殖しているから。

問 4 現存量あたりの純生産量の値の逆数(すなわち、純生産量あたりの現存量の値)は何を示すか、最も適当なものを次の 1 ～ 5 の中から 1 つ選び、番号を答えなさい。

- 1 その生態系における生産者のおおよその平均寿命
- 2 その生態系における生産者が成熟に要するおおよその平均年数
- 3 その生態系における一次遷移に要するおおよその平均年数
- 4 その生態系における極相のおおよその平均持続年数
- 5 その生態系における炭素循環のおおよその平均年数

問 5 森林の生態系における総生産量は、熱帯雨林の方が針葉樹林より大きいにも関わらず、純生産量はほぼ似た値となる。この理由として最も適当なものを次の 1～5 の中から 1 つ選び、番号を答えなさい。該当するものがない場合には「該当なし」の番号を選びなさい。

- 1 熱帯多雨林では針葉樹林より成長量が大きいから。
- 2 熱帯多雨林では針葉樹林より被食量が大きいから。
- 3 熱帯多雨林では針葉樹林より枯死量が大きいから。
- 4 熱帯多雨林では針葉樹林より呼吸量が大きいから。
- 5 熱帯雨林では針葉樹林より現存量が大きいから。
- 6 該当なし。

問 6 A～H の各生態系において、現存量あたりの年間の純生産量を計算して以下の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) A～H の各生態系における現存量あたりの年間の純生産量の値を大きい順に並べた時、2 番目、4 番目、6 番目に該当するものの記号を順に書きなさい。
- (2) 現存量あたりの年間の純生産量が最小であった生態系について、他に比べて小さかったことに最も強い影響を与えている要因について、問 2 の要因の 1～4 のうちから 1 つ選んで、番号を答えなさい。