

1章 細胞と物質

1 細胞を構成する成分

□ 1. 細胞を構成する成分

- ・水が最も多く60%以上を占め、次に**タンパク質**、**核酸**、**炭水化物**、**脂質**などの**有機物**や**無機塩類**、**ビタミン**などの**無機物**を含む。

細胞を構成する成分		おもな特徴やはたらき
水		生体内のさまざまな物質を溶かし、細胞内外の化学反応や物質輸送の場となる。比熱が大きく生体内での急激な温度変化を緩和する。
有機物	タンパク質 (C, H, O, N, S)	アミノ酸からなる高分子化合物。生物体の構造をつくる。酵素や抗体、ホルモンなどの成分。
	核酸 (C, H, O, N, P)	遺伝子の本体であるDNAやタンパク質合成にかかわるRNA。
	脂質 (C, H, O, P)	グリセリンと脂肪酸からなる疎水性の分子。エネルギー源となる脂肪や細胞膜を構成するリン脂質など。
	炭水化物 (C, H, O)	細胞のエネルギー源となるグルコースなどの単糖、エネルギーを貯蔵するデンプンやグリコーゲン、植物の細胞壁を構成するセルロースなどの多糖。
無機塩類		Ca, K, Na, Mg, Cl, Fe, Pなどの多くは水に溶けてイオンとして存在し、筋収縮、体液の濃度やpHの調節などにかかわる。

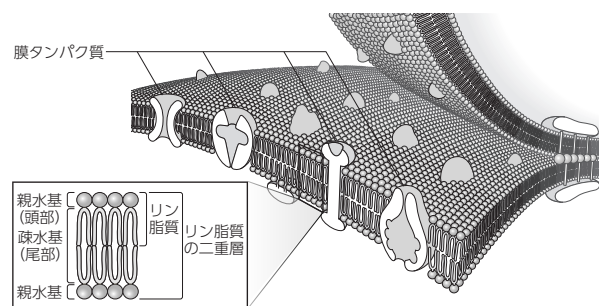
2 生体膜のはたらき

□ 1. 生体膜のはたらきと構造

- 生体膜**：細胞膜や細胞小器官の膜で、主成分は**リン脂質**。膜内外への**物質拡散の防止**、**物質輸送**、**外部からの情報の受容**や**細胞間の情報伝達**を行う。細胞膜の厚さは約5～10nm。

- 流動モザイクモデル**：疎水基の部分が向かい合った**リン脂質の二重層**に**膜タンパク質**がモザイク状に埋め込まれており、リン脂質や膜タンパク質が膜内を流動する生体膜の構造モデル。

- 膜タンパク質**：**輸送タンパク質**（チャンネルやポンプ、担体などとして生体膜内外の輸送にかかわる）、**受容体**（ホルモンなどさまざまな情報伝達物質と結合する）、細胞間の結合に関するものなどがある。⇒



▲流動モザイクモデル

- 輸送タンパク質**（チャンネルやポンプ、担体などとして生体膜内外の輸送にかかわる）、**受容体**（ホルモンなどさまざまな情報伝達物質と結合する）、細胞間の結合に関するものなどがある。⇒

6 生命現象とタンパク質

□ 2. 生体膜の透過

- 選択的透過性**：生体膜にある膜タンパク質（輸送タンパク質）が**特定の物質のみ**を通過させる性質。疎水性の物質はリン脂質の**二重層**を通過しやすいが、親水性であるイオンや糖質、水分子などは**輸送タンパク質**の孔を通して通過。
- エンドサイトーシス**：輸送タンパク質の孔を通過できない大きな物質を取り込むときに、

細胞膜の一部が陥入して外液ごと物質を取り込むこと。

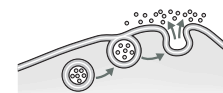
例) マクロファージや好中球による**食作用**

- エキソサイトーシス**：細胞内の小胞が細胞膜と融合して細胞外に物質を**放出**すること。

例) ホルモンや消化酵素の分泌



▲エンドサイトーシス



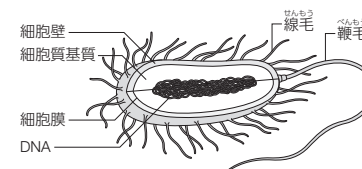
▲エキソサイトーシス

3 細胞の構造

□ 1. 原核細胞の構造

- 原核細胞**：核をもたず、DNAが細胞質基質に存在する細胞。膜構造のある細胞小器官はもたないが**リボソーム**はもち、タンパク質を合成する。細胞膜の外側に**細胞壁**がある。

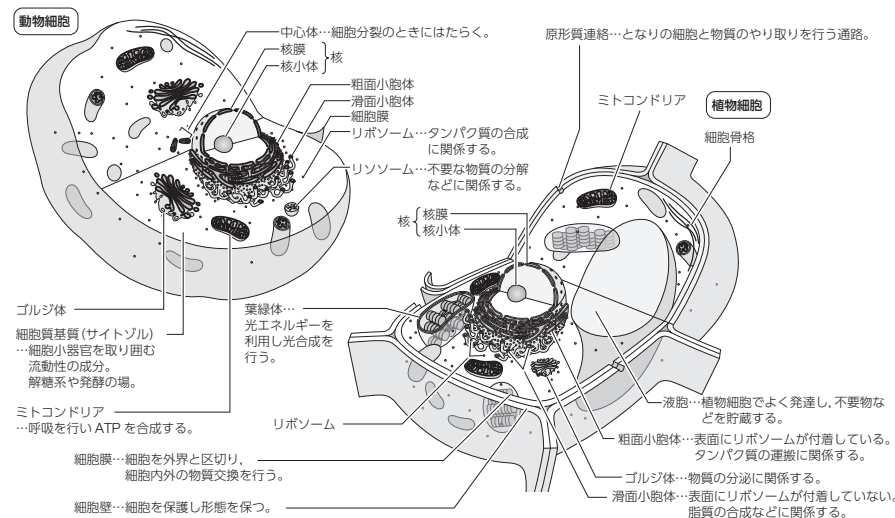
- ・**原核生物**：原核細胞からなる生物。**細菌**（バクテリア）と**アーキア**（古細菌）。



▲大腸菌の構造

□ 2. 真核細胞の構造とはたらき

- 真核細胞**：核膜に囲まれた染色体をもつ細胞。**核**と**細胞質**からなり、細胞質には膜構造の細胞小器官がある。植物細胞には細胞膜の外側に**細胞壁**がある。



▲真核細胞の構造

[参考] その他の構造

- 細胞骨格**：細胞の形の維持、運動や物質輸送、細胞分裂などを行う繊維状タンパク質。筋収縮や細胞質分裂にかかわる**アクチンフィラメント**、鞭毛の運動や細胞小器官の移動にかかわる**微小管**、細胞や核の形を保つ**中間径フィラメント**がある。
- 鞭毛と繊毛**：細胞の表面に突起した細かい繊維で、内部の**微小管**の束が滑ることにより屈曲運動を行う。

1章 細胞と物質

1 細胞を構成する成分

- 140. 細胞の構成成分で最も多い物質は何か。
- 141. タンパク質は何という物質がつながって構成されたものか。
- 142. 遺伝子の本体である核酸は何か。また、タンパク質合成にかかわる核酸は何か。
- 143. 脂質を構成する物質を2つあげよ。
- 144. 細胞のエネルギー源となるグルコースは炭水化物のうち何に分類されるか。
- 145. 細胞の構成成分で水と有機物以外の物質は何か。

2 生体膜のはたらき

- 146. 細胞膜や細胞小器官の膜を何というか。
- 147. 146を構成する成分を2つあげよ。
- 148. 147のうち、二重層を構成しているのは何か。
- 149. 148で膜の外側にある水になじみやすい部分を何というか。
- 150. 148で膜の内側にある水になじみにくい部分を何というか。
- 151. リン脂質や膜タンパク質が膜内を自由に動き回るような生体膜の構造のモデルを何というか。
- 152. 膜タンパク質をはたらきから大別するとどのようなものがあるか。2つあげよ。
- 153. 生体膜にある膜タンパク質が特定の物質のみを通過させる性質を何というか。
- 154. 細胞膜の一部が陥入して外液ごと物質を取り込むことを何というか。
- 155. 細胞内の小胞が細胞膜と融合して細胞外に物質を放出することを何というか。

3 細胞の構造

- 156. 細菌のように核をもたず、DNAが細胞質基質に存在し、膜構造のある細胞小器官をもたない細胞を何というか。
- 157. 156からなる生物を何というか。
- 158. 157が属するドメインを2つあげよ。
- 159. 動物細胞や植物細胞のように核膜に囲まれた染色体をもち、膜構造の細胞小器官をもつ細胞を何というか。
- 160. 159からなる生物を何というか。

- 140.
- 141.
- 142. (遺伝子の本体)
(タンパク質合成)
- 143.
- 144.
- 145.
- 146.
- 147.
- 148.
- 149.
- 150.
- 151.
- 152.
- 153.
- 154.
- 155.
- 156.
- 157.
- 158.
- 159.
- 160.

- 161. 直径約5 μm程度の球形で二重の生体膜からなり、ふつう細胞内に1個あり、内部にDNAを含むものを何というか。
- 162. 161の内部にある、rRNAなどが合成される1～数個の小体を何というか。
- 163. 呼吸にかかわり、多くのATPの供給を行うのは何という細胞小器官か。
- 164. タンパク質とrRNAからなり、遺伝情報からタンパク質を合成するはたらきをもつ構造体を何というか。
- 165. リボソームで合成されたタンパク質の輸送や脂質の合成にかかわり、核膜とつながる袋状の細胞小器官を何というか。
- 166. 165の表面にリボソームが付着しているものを何というか。
- 167. 165の表面にリボソームが付着していないものを何というか。
- 168. 物質の分泌に関係する細胞小器官を何というか。
- 169. 不要な物質の分解などに関係する細胞小器官を何というか。
- 170. 動物細胞において、細胞分裂時の紡錘体形成にはたらく構造体を何というか。
- 171. 成長した植物細胞で特に発達し、内部に無機塩類やアントシアンが含まれる細胞小器官を何というか。
- 172. 植物細胞や細菌の細胞の最も外側にあり、細胞の保護と形態を保つ役割をするものを何というか。
- 173. 植物細胞でとなりの細胞と物質のやり取りを行う通路を何というか。
- 174. 細胞骨格を形成するものを3つあげよ。
- 175. 細胞接着の主な結合を3つあげよ。

4 タンパク質の構造

- 176. アミノ酸は中心となる炭素原子に何が結合したものか。側鎖のほかに3つあげよ。
- 177. アミノ酸どうしの結合を何というか。
- 178. 177ができるとき、互いのカルボキシ基とアミノ基から除かれてできる分子は何か。
- 179. アミノ酸がペプチド結合をして、多数つながったものを何というか。
- 180. タンパク質のアミノ酸配列のことを何構造というか。

- 161.
- 162.
- 163.
- 164.
- 165.
- 166.
- 167.
- 168.
- 169.
- 170.
- 171.
- 172.
- 173.
- 174.
- 175.
- 176.
- 177.
- 178.
- 179.
- 180.

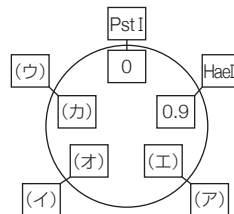
3章 遺伝子を扱う技術

思考 □ **158. プラスミド** ある環状プラスミドを3種類の制限酵素で切断したとき、下表のような断片長 (kbp = 1,000 塩基対) の直鎖状の核酸が得られた。これについて、下の問いに答えよ。

やや難

制限酵素名	断片長 [kbp]	制限酵素名	断片長 [kbp]
Pst I	5.0	Pst I + Hae II	0.9, 2.0, 2.1
Hae II	2.0, 3.0	EcoR I + Pst I	1.0, 1.6, 2.4
EcoR I	2.4, 2.6	Hae II + EcoR I	0.7, 1.1, 1.3, 1.9

- この環状プラスミドの大きさを、kbp を単位として答えよ。
- この環状プラスミドが制限酵素で切断される場所を示した図をつくりたい。右図の(ア)～(ウ)には制限酵素名を、(エ)～(カ)には kbp を単位とした大きさをそれぞれ答えよ。なお、図中の切断位置は必ずしも正確には記されていない。



思考 □ **159. 電気泳動** マクサムとギルバートはDNAの塩基配列を決めるために、次のような実験を行った。(ア)～(オ)は手順について説明したものである。これについて、下の問いに答えよ。

- 同じ塩基配列のDNAを多量に集める。
- そのDNAの2本鎖のうち、特定の1本の5'末端にしるしをつける。
- (イ)のDNAを4つの試験管に分けて入れ、図1のようにDNAを試薬で切断する。ただし、それぞれのDNAはさまざまな位置の1か所(特定の塩基となる3'末端側)だけで切れるようにする。
- それぞれの試験管のDNAを、電気泳動法により大きさで分ける。
- しるしがついたDNAを検出すると、DNAの大きさの違いがバンドの位置の違いで現れてくる。図2は、あるタンパク質の遺伝子の一部の塩基配列を、前述の方法で調べた結果を示したものである。

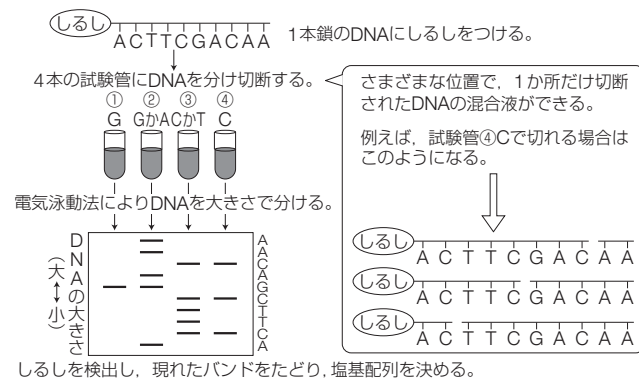


図1

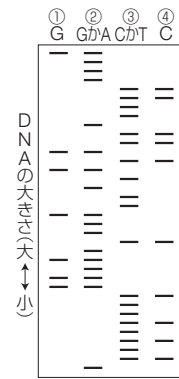


図2

- 図2のDNAの電気泳動の結果の図について正しいものを、次の①～④のうちから1つ選べ。
 - 上が陽極、下が陰極、DNAが含む塩基が正の電荷をもつため、陰極の方へ移動する。
 - 上が陰極、下が陽極、DNAが含むリン酸基が負の電荷をもつため、陽極の方へ移動する。
 - 上が陽極、下が陰極、DNAが含むリン酸基が正の電荷をもつため、陰極の方へ移動する。

- ④ 上が陰極、下が陽極、DNAが含む塩基が負の電荷をもつため、陽極の方へ移動する。
- 図2に示す1本鎖のDNAのヌクレオチド数として適するものを、次の①～④のうちから1つ選べ。
 - 18
 - 30
 - 36
 - 53
- 図2に示すDNAのAとTの数はそれぞれいくつか。

思考 □ **160. サンガー法** 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

DNAの塩基配列決定法であるサンガー法では、塩基配列を調べたい1本鎖DNAを鋳型とし、それに対する相補的なDNA鎖を合成する。このとき、DNA合成の材料となる通常の4種類のヌクレオチドに加えて、特殊なヌクレオチドも反応系に加える。この特殊なヌクレオチドにもA・C・G・Tの4種類があり、それぞれに異なる色の蛍光色素が付加されている。DNA合成の際、(a)特殊なヌクレオチドの後には新たなヌクレオチドが結合できないため、その位置でDNA鎖の伸長が止まってしまうので異なる位置でDNA鎖の伸長が停止したさまざまな長さのDNA断片が生じる。(b)長さの異なるDNA断片を電気泳動で分離し、それぞれの断片が発する蛍光の色を調べることで、DNAの塩基配列を決定することができる。図1に示すDNA合成反応の産物を電気泳動したところ、図2に示すような結果が得られた。

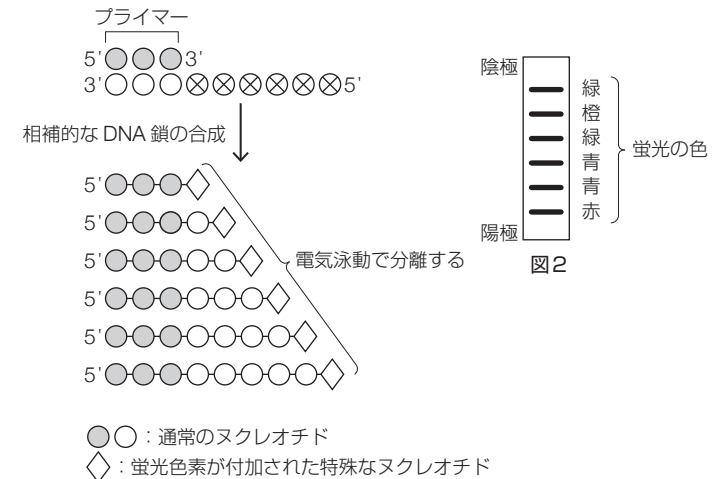


図1

- 下線部(a)について、この特殊なヌクレオチドは糖が通常のDNAのヌクレオチドとは異なるため、次のヌクレオチドと結合できないことが知られている。この特殊なヌクレオチドを構成する糖は何か。
- 長さの異なるDNA断片を電気泳動したとき、より陽極に近づくのは大きな断片か、小さな断片か。
- 下線部(b)について、図1の⊗⊗⊗⊗⊗の部分のDNAの塩基配列を答えよ。ただし、5'末端を左に書くこと。また、特殊なヌクレオチドのAには緑色、Cには青色、Gには橙色、Tには赤色の蛍光色素が付加されているものとする。

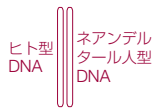


共通テストでは遺伝に関する問題が頻出である。一見難解なようでも、基本的な遺伝の法則、特に連鎖と組換えの知識があれば、ちゃんと解ける問題が多い。遺伝に関しては問題文の読解力以前に、遺伝についての基本的な知識、特に連鎖と組換えに関しての知識や演習が必要である。問題に示された前提条件を頭に入れて、トレーニングをしておこう。

「一塩基多型(SNP)」「PCR」「制限酵素」「電気泳動」などは、超基本的な重要語句。知識が曖昧なものがあれば、しっかりと確認しておこう。



「原生ヒト型とネアンデルタール型のヘテロ接合体」がきちんと理解できていないと、問1も問2も解けない。対になる2本のDNA(ヌクレオチド鎖ではない。染色体で言えば相同染色体に相当する)のうち1本が原生ヒト型で、もう1本がネアンデルタール人型ということ。



人類進化に関する次の文章を読み、後の問いに答えよ。

現生のヒト(ホモ・サピエンス)の直接の祖先は、アフリカ大陸で誕生した。その一部がアフリカを出て、およそ7万～5万年前にユーラシア大陸に進出し、地球上のさまざまな地域へと広がった。他方、ヒトに最も近縁であり、絶滅したネアンデルタール人も、ユーラシア大陸に進出していた。近年、塩基配列解析技術の発展により、ネアンデルタール人のゲノムも解読され、現生のヒトのゲノムに、過去にネアンデルタール人と交雑していたことを示す領域が存在することが明らかになった。さらに最近の研究から、痛みの受容の個人差には、ネアンデルタール人由来の遺伝子Sが関与していることがわかってきた。

問1 下線部(a)に関連して、遺伝子Sのある位置には現生ヒト型とネアンデルタール人型を区別する一塩基多型(SNP)が存在することがわかってきた。ある人の細胞からDNAを抽出し、PCR法によって、図1に示す1000塩基対のDNA断片を得た。次に、それを現生ヒト型の塩基配列のみを認識する制限酵素Bで切断し、電気泳動法で分離した。鋳型としたDNAが現生ヒト型とネアンデルタール人型のヘテロ接合体由来であったとき、電気泳動の結果、観察されるDNA断片の並びとして最も適当なものを、後の図2の①～⑤のうちから一つ選べ。

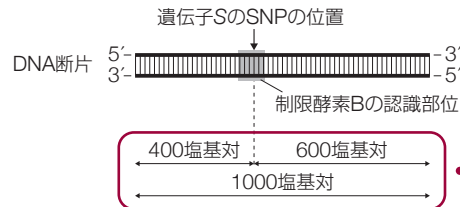


図1

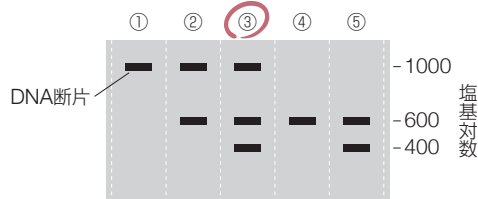


図2

この部分が、後の問題を解くうえで重要なポイントになる。原生ヒトとネアンデルタール人が交雑していた知識を問うているのではなく、それを前提に問題を解く。一読目は読み飛ばしたとしても、設問を見てからリード文を読み返したときに線を引くぐらいのことをしたい。

問1の設問の文章に、制限酵素Bは「現生ヒト型の塩基配列のみを認識する」とあるので、現生ヒト型のDNAは図1より400塩基対と600塩基対の2本に切断されるが、ネアンデルタール人型は切断されない＝1000塩基対1本となることがわかる。

解答
① : ③

表1や表2で言っていることをわかりやすくするために、アミノ酸配列932番目のMやL(これらは対立遺伝子ではなくアミノ酸であるが)などを便宜的に対立遺伝子と考えると、原生ヒト型の純系は



ネアンデルタール人型の純系は



と表される。

距離が離れている方が組換えの頻度は大きいと考えられるので、932番目と991番目SNP間(右側注の①)の方が991番目と1908番目の間(同②)より小さいと推察されるが、それだけでは下線A・Bのアヤイは埋まらない。下線AではMLGが、下線BではMVGが、大きなヒントになる。右側注に示したように、図の①で組換えが起こるとLVDとMLGが生じるので、AはLVD、同様にイはLLDと考える。

問2 下線部(b)について、遺伝子Sが指定する痛みの受容体Nのアミノ酸配列には、現生ヒト型とネアンデルタール人型で3か所に違いがみられる(表1)。これらアミノ酸の違いは、ヒトとネアンデルタール人が共存していたときに起こった交雑に由来する。

アミノ酸配列中の位置	受容体Nのアミノ酸配列の違い	
	現生ヒト型	ネアンデルタール人型
932番目	メチオニン [M]	ロイシン [L]
991番目	バリン [V]	ロイシン [L]
1908番目	アスパラギン酸 [D]	グリシン [G]

注: [] 内のアルファベットは、アミノ酸を1文字で表した略号。

表1

遺伝子Sには、表1に示すアミノ酸の違いをさまざまな組み合わせで指定する対立遺伝子が存在する。ヨーロッパのある集団の約36万人を調べると、それら対立遺伝子を、2461人が現生ヒト型とのヘテロ接合体でももっていた(表2)。

アミノ酸配列中の位置	対立遺伝子が指定するアミノ酸の組み合わせ						
932番目	L	L	L	L	M	M	M
991番目	L	L	V	V	L	L	V
1908番目	G	D	G	D	G	D	G
人数	1327	149	22	30	0	153	780
							2461

注: アルファベットは、アミノ酸を1文字で表した略号。

表2

表2に示すアミノ酸の組み合わせは、交雑後、数百から数千世代を経て誕生したと考えられる。これらアミノ酸の組み合わせに関する次の文章中の「ア」～「ウ」に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。ただし、どのアミノ酸の組み合わせをもっても子孫は残せるものとする。②
A「ア」とMLGをもつ個体の総数と、B「イ」とMVGをもつ個体の総数の比較から、932番目と991番目のアミノ酸の違いに対応するSNP間では、991番目と1908番目のアミノ酸の違いに対応するSNP間と比べて、組換えの頻度が「ウ」と考えられる。

	ア	イ	ウ
①	LLD	LVD	高い
②	LLD	LVD	低い
③	LVD	LLD	高い
④	LVD	LLD	低い

(2026年 共通テスト・改)

組換えで生じた個体が少ない方が、組換えの頻度が小さい。 $(LVD + MLG = 30) < (LLD + MVD = 929)$ となり、932番目と991番目の間の方が991番目と1908番目の間より頻度が小さい。

解答 ② : ④

組換え価の求め方(p.10参照)や定義がわかっているのは大前提。さらに、組換え価は遺伝子間の距離に比例することを知っているとう理解しやすいよ。



ネアンデルタール人型と原生ヒト型のヘテロ接合体



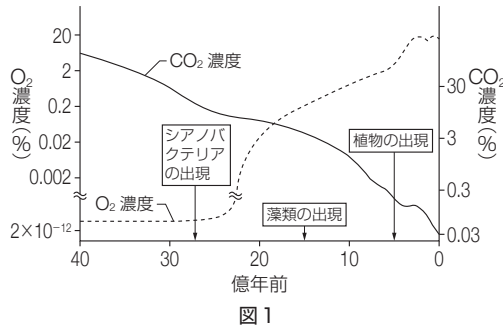
と表され、932番目と991番目の間(上の図の①)で組換えが一回だけ起こると、LLGとMVDの組み合わせ以外に、LVDとMLGのものが生じる。また、991番目と1908番目の間(上の図の②)で組換えが一回だけ起こると、LLGとMVDの組み合わせ以外に、LLDとMVGのものが生じる。



8. 地球大気の変化と光合成

次の文章を読み、下の問に答えよ。

図1は、地球大気中のCO₂濃度とO₂濃度の変化を示したものである。約35億年前に緑色硫黄細菌などの光合成細菌が出現し、その後、約27億年前に出現したシアノバクテリアがO₂を発生する光合成を行った。約20億年前になると真核生物が現れ、約15億年前には真核生物の一部で、光合成を行う原核生物の細胞内共生が起こり藻類に進化したと推定されている。約5億年前には陸上に植物が出現した。このころにはO₂濃度はすでに高く、対照的にCO₂濃度は0.3%以下となっていた。その後、CO₂濃度は0.03%まで低下していき（現在は0.04%に上昇）、そのなかで一部の植物は種子植物へと進化していった。



問1 O₂発生と生物の変遷について記述した次の文章中の「ア」・「イ」に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから1つ選べ。また、「ウ」・「エ」に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、下の⑦～⑩のうちから1つ選べ。ア・イ 1
ウ・エ 2

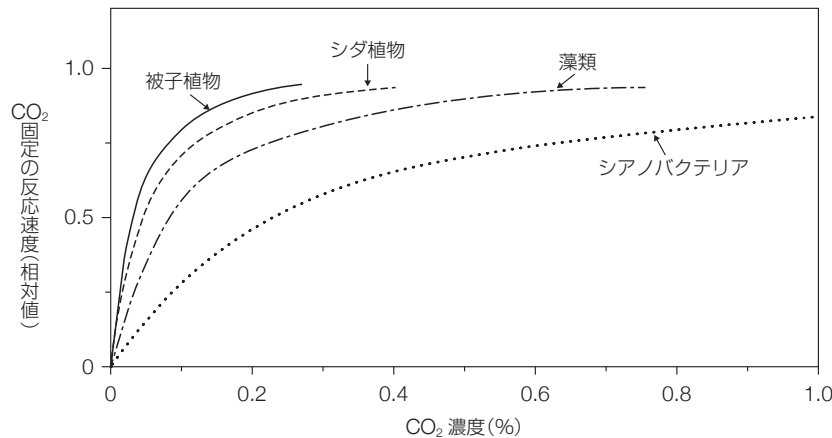
最初に出現した光合成細菌は、硫化水素からH⁺と「ア」を得て、光合成を行ったが、シアノバクテリアは「イ」を使って、地球上の多量の水からH⁺と「ア」を得て、O₂を発生する光合成を行った。海洋中のO₂濃度の上昇は、「ウ」を行う真核生物の繁栄につながり、O₂は大気に拡散し、成層圏にオゾン層を形成した。オゾン層には、太陽光の「エ」を遮断する効果があり、陸上で生物が生存しやすい環境をつくった。

	ア	イ		ウ	エ
①	電 子	光化学系 I	⑦	光合成	紫外線
②	電 子	光化学系 II	⑧	光合成	赤外線
③	電 子	カルビン・ベンソン回路	⑨	呼 吸	紫外線
④	ATP	光化学系 I	⑩	呼 吸	赤外線
⑤	ATP	光化学系 II	⑪	窒素固定	紫外線
⑥	ATP	カルビン・ベンソン回路	⑫	窒素固定	赤外線

問2 下線部に関連して、藻類に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 3

- 藻類の葉緑体は、緑色硫黄細菌が細胞内に共生した結果生じたと推定される細胞小器官であり、硫黄を生成する光合成を行う。
- 藻類の葉緑体は、好気性細菌が細胞内に共生した結果生じたと推定される細胞小器官であり、O₂を発生する光合成を行う。
- 藻類の葉緑体は、シアノバクテリアが細胞内に共生した結果生じたと推定される細胞小器官であり、O₂を発生する光合成を行う。
- 藻類の繁栄に伴い大気中のO₂濃度が上昇することによって、葉緑体はDNAを失った。
- O₂を発生する藻類が出現したのは、約10億年前と推定されている。

問3 光合成を行う生物（以下、光合成生物）のすべてにおいて、CO₂の固定はルビスコという酵素によって触媒される。ルビスコはどの光合成生物でも同じ反応を触媒するが、基質であるCO₂の濃度に対する反応速度は光合成生物によって異なる。図2は、CO₂濃度と各光合成生物のルビスコによるCO₂固定の反応速度との関係を示したものである。



注：縦軸は、各光合成生物のルビスコによる反応速度の最大値をそれぞれ1とする相対値。横軸は、空気中のCO₂濃度（%）に換算した数値。

図2

図2に示した、各光合成生物のルビスコのCO₂濃度に対する応答は、それぞれの光合成生物が出現したときのルビスコの性質を反映するものと仮定する。次の記述①～④のうち、このルビスコの性質と、図1に示した地球大気中のCO₂濃度の変化との関係から推定される記述はどれか。その組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから1つ選べ。 4

- 大気中のCO₂濃度の低下に伴い、低いCO₂濃度でも効率よくCO₂固定ができるルビスコをもつ光合成生物が出現した。
- 藻類のルビスコによるCO₂固定反応は、藻類が出現したとき（約15億年前）の大気中のCO₂濃度で、最大値に近い速度を示す。
- 被子植物のルビスコによるCO₂固定反応は、現在の大気中のCO₂濃度で、最大値に近い速度を示す。
- 現在の大気中のCO₂濃度が、今世紀中に0.08%程度まで上昇したとしても、植物がもつルビスコによるCO₂固定速度には影響を与えない。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① a, b | ② a, c | ③ a, d |
| ④ b, c | ⑤ b, d | ⑥ c, d |

(2024年 共通テスト追試・改)



思考 11. 転写と翻訳

仮説の
検証

次の文章を読み、下の問いに答えよ。

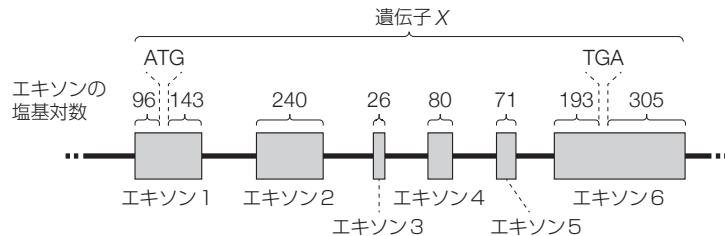
(a)タンパク質は特定の立体構造をとることで、その機能を発揮する。しかし、高温などの条件下では、立体構造が変化してしまうことがある。異常な立体構造をもつタンパク質が細胞内に増加すると、シャペロンと呼ばれるタンパク質が異常な立体構造を修復する。ある細胞ではたらくシャペロンAの調節には、(b)遺伝子Xがかかわることがわかっている。

問1 下線部(a)に関連して、タンパク質のアミノ酸配列はDNAの塩基配列によって決まる。次の突然変異①～③のうち、あるタンパク質のアミノ酸を指定するDNA領域で起こっても、その変異した遺伝子から転写、翻訳されたタンパク質のアミノ酸配列が全く変化しない場合があるものはどれか。それを過不足なく含むものを、下の①～⑦のうちから1つ選べ。

- ① 1塩基の置換 ② 1塩基の挿入 ③ 1塩基の欠失
- ① ① ② ② ③ ③ ④ ①, ②
- ⑤ ①, ③ ⑥ ②, ③ ⑦ ①, ②, ③

問2 下線部(b)に関連して、ヒトの遺伝子Xは、図1で示すようにエキソン1～6から構成される。遺伝子Xから合成されるタンパク質について調べるために、実験1を行った。

実験1 通常条件下で培養したヒト細胞における遺伝子XのmRNAを調べたところ、1160塩基であった。このmRNAから翻訳されるタンパク質（以下、タンパク質Xu）は252個のアミノ酸で構成されていた。次に、この細胞を高温条件下で培養した後、遺伝子XのmRNAを調べたところ、選択的スプライシングにより特定のエキソンに相当する領域が取り除かれ、mRNAは1134塩基であった。このmRNAから翻訳されるタンパク質（以下、タンパク質Xs）は172個のアミノ酸で構成されていた。なお、タンパク質Xuとタンパク質Xsの翻訳は、ともにエキソン1に存在する開始コドンから始まっていた。



注：ATGはタンパク質Xu・タンパク質Xsを合成するための開始コドンに、TGAはタンパク質Xuの合成を終了するための終止コドンに対応する。

図1

(1) 実験1の結果から考えられる、タンパク質Xsの合成を説明した次の文章中の「ア」・「イ」および「ウ」・「エ」に入る語句の組み合わせとして最も適当なものを、それぞれ後の①～⑥および⑦～⑩のうちから1つずつ選べ。ア・イ ② ウ・エ ③

タンパク質Xsを合成するmRNA（以下、Xs mRNA）では、「ア」に相当する領域が取り除かれた。それ以外の領域は、タンパク質Xuを合成するmRNAと「イ」配列であった。Xs mRNAでは、取り除かれた領域より「ウ」末端側でコドンの読み枠がずれ、タンパク質Xuとは異なるアミノ酸配列へと翻訳された。その結果、Xs mRNAでは「エ」に相当する領域に生じた終止コドンで翻訳が終了した。

	ア	イ
①	エキソン2	同じ
②	エキソン2	異なる
③	エキソン3	同じ
④	エキソン3	異なる
⑤	エキソン4	同じ
⑥	エキソン4	異なる

	ウ	エ
⑦	5'	エキソン5
⑧	5'	エキソン6
⑨	3'	エキソン5
⑩	3'	エキソン6

(2) 遺伝子Xから翻訳されるタンパク質Xuとタンパク質Xsのはたらきについて、下の記述①～④の仮説を立てて実験2を行った。その結果を表1に示した。表1の結果から支持される仮説として適当なものはどれか。また、その仮説をさらに検証するための実験として、下の記述⑤・⑥のうち適当なものはどちらか。その組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑩のうちから1つ選べ。

実験2 シャペロンA遺伝子のプロモーターと転写調節領域を含むDNAを、緑色蛍光タンパク質（以下、GFP）の遺伝子につなげたプラスミドを作製し、遺伝子Xを欠損した培養細胞に導入した。さらに、この培養細胞にタンパク質Xu・タンパク質Xsのどちらも導入しないもの、あるいはどちらか一方のみを導入したものに、青色光を照射し、GFPの有無を観察した。なお、GFPの有無は、青色光を照射したときの、緑色蛍光の有無で判断できる。

表1

導入したタンパク質	なし	タンパク質Xu	タンパク質Xs
観察結果	緑色蛍光なし	緑色蛍光なし	緑色蛍光あり

タンパク質Xu・タンパク質Xsのはたらきについての仮説

- ① タンパク質Xuは、シャペロンAタンパク質を分解する。
② タンパク質Xsは、シャペロンAタンパク質を分解する。
③ タンパク質Xuは、シャペロンAのmRNAの合成を促進する。
④ タンパク質Xsは、シャペロンAのmRNAの合成を促進する。

その仮説を検証するための実験

- ⑤ タンパク質Xu・タンパク質Xsが、シャペロンAタンパク質と結合するか調べる。
⑥ タンパク質Xu・タンパク質Xsが、シャペロンA遺伝子のプロモーターや転写調節領域に結合するか調べる。

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

(2025年 共通テスト追試・改)