

生 物 $\frac{1}{12}$

I 次の問1－5の文章中の（ ）に適切な用語を入れよ。

問1 性染色体上の遺伝子による形質の現れ方が雌雄で異なる遺伝を（ 1 ）という。キイロショウジョウバエの雌の性染色体構成はXXであるのに対し、雄の性染色体構成は（ 2 ）である。そのため、雄のX染色体上の劣性遺伝子は形質として発現する。野生型のキイロショウジョウバエの複眼の色は赤色であるが、X染色体に劣性遺伝子 w をもつ雄は白眼である。この白眼の雄とX染色体の1本に w 遺伝子をもつ赤眼の雌を交雑したところ、雑種第一代(F_1)の雌の赤眼と白眼の比は（ 3 ）であった。また、 F_1 の雄の赤眼と白眼の比は（ 4 ）であった。

問2 ヒトの血管系は、心臓から動脈に送り出された血液が末梢の毛細血管を経て静脈に入り、再び心臓に還流してくる（ 1 ）血管系である。心臓は2心房2心室からなり、右心室から動脈に送り出される血液は（ 2 ）循環に入り、（ 3 ）へと戻ってくる。右心房にある（ 4 ）は、心臓の拍動を作り出すペースメーカーのはたらきをする。

問3 約27億年前に地球上に現れた（ 1 ）は、光合成の材料として（ 2 ）を初めて利用できるようになった細菌の1種である。光合成の結果、放出された（ 3 ）は海水中の（ 4 ）と反応して、多量の沈殿物を生じ、縞状鉄鉱層を形成した。（ 5 ）は、この細菌の働きにより形成された層状構造の岩石である。約5億年前には、大気中の（ 3 ）は、現在のおよそ10%に達した。その結果（ 3 ）は（ 6 ）によってオゾンに変わり、上空に層を形成した。

生 物 $\frac{2}{12}$

問 4 植物が光の影響によって一定の方向に曲がることを (1) といい, (2) というホルモンで調節されている。(2) は茎の先端部から基部へと移動するが逆には移動しない。これは細胞膜に存在する (3) が関係している。植物の頂芽が成長しているとき側芽の成長が抑制される現象を (4) といい, (2) の他に (5) というホルモンが関与している。

問 5 PCR 法は日本語で (1) と訳され, 少量の DNA を元に目的とする部分を増幅する方法である。また, 目的の DNA を制限酵素で切り出して, (2) を用いてベクターに結合し, 大腸菌に取り込ませ, 大腸菌を培養し, 増やすことにより目的の DNA を増幅する方法もある。目的の DNA の塩基対数は寒天ゲルを用いた (3) で分離した後, 移動距離を (4) と比較することにより推定される。

Ⅱ 次の問いに答えよ。

問1 次の文章を読み、(1) – (8) に適切な用語を入れよ。

外部からの情報は眼、耳、鼻などの(1)によって受け取られ、感覚神経によって中枢神経系へ伝えられる。中枢神経系には(2)が存在し、感覚神経からの情報を(3)に橋渡しする。中枢神経系から(3)によって運ばれた信号は、(4)の1つである筋に伝えられ、筋は収縮する。このようにして動物は、外部からの刺激に対してすばやい反応を引き起こす。

1つ1つの神経細胞はニューロンと呼ばれる。ニューロンは核をもつ細胞体と、それから伸びた突起からできている。短い多数の突起は(5)と呼ばれ、別の細胞からの信号を受け取る。長く伸びた突起は軸索と呼ばれ、他のニューロンや(4)に信号を伝える経路となっている。軸索の多くはシュワン細胞が巻き付いた神経鞘で包まれている。神経鞘の中ではシュワン細胞の細胞膜が何重にも巻き付いて(6)を形成している。(6)は絶縁性に富み、そのため軸索の中を高速で信号を伝えることができる。軸索には約1 mmごとに(6)のない部分があり、これを(7)という。神経鞘に包まれた軸索は(8)とも呼ばれ、これが多数集まって束となったものが神経である。

問 2 次の文章を読み, (1)–(7)の問いに答えよ。

図 1 は生理的塩類溶液の中に入れたニューロンの軸索部分を示している。電解質溶液で満たした微小なガラス電極をニューロンの軸索の内部に差し込み, それをオシロスコープにつないだ。ニューロンを入れた塩類溶液内に基準電極を置き, この電極の電位を基準電位 (0 mV) として軸索内の電位を調べた。

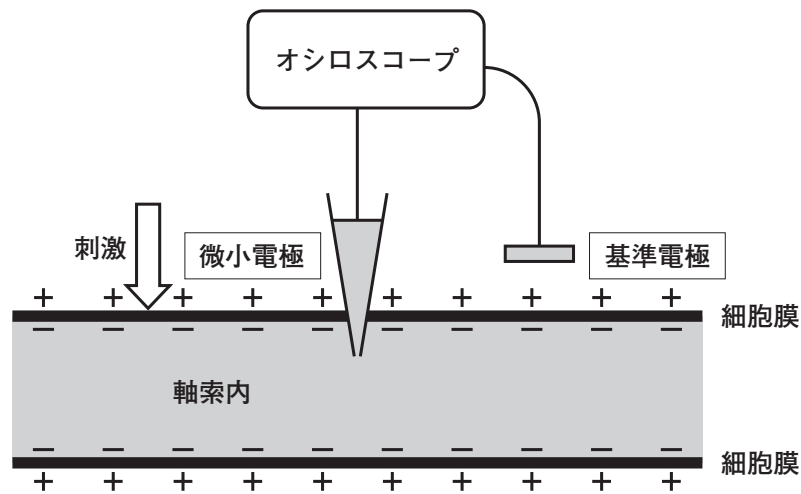


図 1

ニューロンに刺激を与えないとき, ガラス電極で測定した $_1$ 軸索内部の電位は約 -70 mV であった。この負の電位は, 軸索内に高濃度で貯められていたイオン A がイオンチャネルを通して少しずつ軸索外に流出することによる。

図 1 の矢印の部分に刺激を与えると, 図 2 に示す $_2$ 一過性の電位の変化をオシロスコープで捉えることができた。この軸索内の電位が正になる現象は, 軸索外に高濃度で存在するが, 軸索内の濃度が低いイオン B が刺激によって開口したイオンチャネルを通して外部から軸索内に一気に流れ込むことによる。刺激による電位変化のあと, 各イオンはポンプによって軸索の内外に輸送され, もとの軸索内外のイオン濃度が回復される。

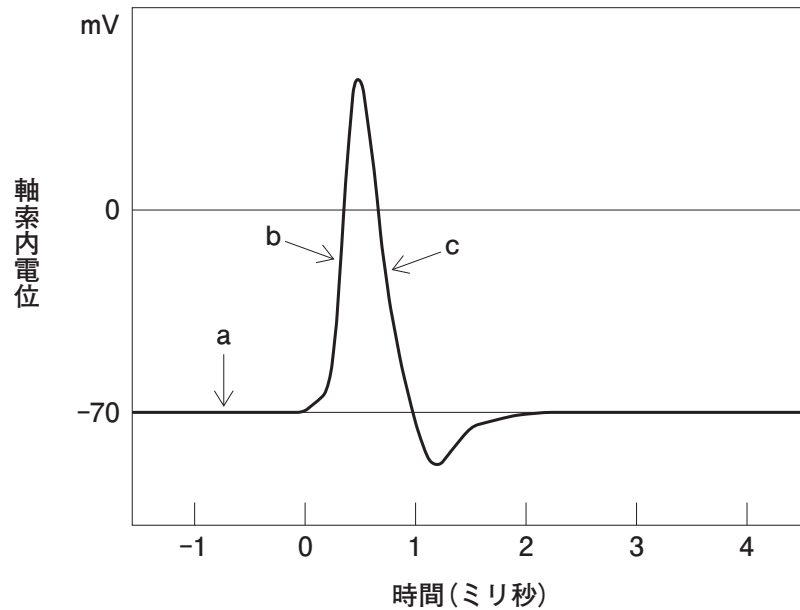


図 2

- (1) 下線部 1 の電位を何というか，答えよ。
- (2) イオン A の名称を答えよ。
- (3) 下線部 2 の電位の変化を何というか，答えよ。
- (4) イオン B の名称を答えよ。
- (5) イオン B が軸索内に流入していることを示す図 2 の矢印はどれか。a， b， c から 1 つ選び，記号で答えよ。
- (6) 生体膜の内外の物質輸送に関わるタンパク質である「チャネル」と「ポンプ」のはたらきの違いについて 120 字以内で書け。
- (7) 図 3 は，図 1 の刺激を一定の時間間隔で段階的に強めたとき，それに対する図 2 の軸索内電位変化を記録したものである。ア， イ， ウ， エのうち正しいものを 1 つ選び，記号で答えよ。

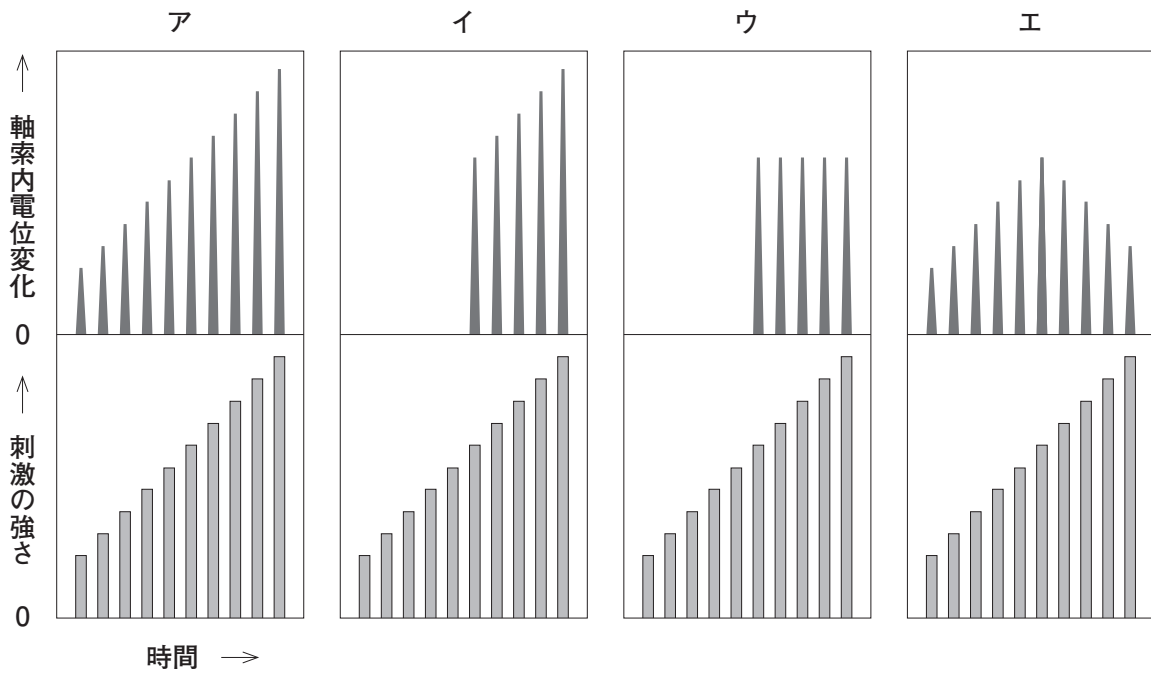


図 3

問 3 次の文章を読み、(1) – (3) に適切な用語を入れよ。

軸索を伝導する興奮が神経終末に達すると、神経終末の (1) に含まれている (2) が放出され、シナプス後細胞の細胞膜に存在するイオンチャネルなどの受容体に特異的に結合する。その結果、イオンチャネル受容体では、開口したチャネルを通してイオンが細胞外から細胞内に流入し、シナプス後細胞内の電位の変化を生じさせる。 Cl^- が流入する場合は、細胞内電位が低下して興奮が抑えられる。この場合の電位を (3) と呼ぶ。

Ⅲ 次の問いに答えよ。

問1 複製の結果できた2本鎖DNAは、一方が複製の鋳型となった鎖であり、他方が新しく合成された鎖である。これを証明するための(1)実験方法と、その実験から(2)予測される結果についてそれぞれ述べよ。実験方法については、[]内に示された用語を少なくとも1度は用いよ。

(1) 実験方法 [^{14}N , ^{15}N , 密度勾配]

(2) 予測される結果

問2 図4, 5はゲノムDNA鎖の一部(図4)と、それが複製されて作られたDNA鎖(図5)を示している。

(1) 図5において、DNA複製の途中でまちがったヌクレオチドが取り込まれた結果生じたと考えられる塩基がある。解答欄の図5において、その位置を囲って示せ。

(2) 図5のまちがって取り込まれたヌクレオチドが修正されず、次の細胞分裂が起こると、図4に示されたDNA鎖とは異なる塩基配列をもつ2本鎖DNAが生じる。このような2本鎖DNAの塩基配列を、図4にならって書け。

-GAAGTAGCATGACC-
-CTTCATCGTACTGG-

図4

-GAAGTAGCATGACC-
-CTTCTTCGTACTGG-

図5

生 物 $\frac{8}{12}$

問3 一般に1塩基置換が原核生物のタンパク質の遺伝情報を担うDNA領域に生じた場合、翻訳産物のアミノ酸にどのような影響があるかを[]に示された用語を少なくとも1度は用いて述べよ。ただし、翻訳の終止や開始に関係がない1塩基置換とする。

[コドン, アミノ酸]

問4 ラギング鎖のDNA合成について, []内に示された用語を少なくとも1度は用いて述べよ。

[プライマー, 岡崎フラグメント]

Ⅳ 次の問いに答えよ。

問1 次の文章を読み、(1) – (6) に適切な用語を入れよ。

生体において、タンパク質のはたらきやその合成は調節されている。酵素反応の生成物がその反応に関わる酵素の (1) を低下させ、その反応の速度を下げる調節機構を (2) という。タンパク質合成では、生成物と結合した調節タンパク質がDNAに結合し、(3) の開始を妨げる調節機構がある。ラクトースオペロンでは、ラクトースが細胞内にない場合、(4) と呼ばれる調節タンパク質がDNAに結合するが、グルコースがなく、ラクトースが存在すると、ラクトースと結合した (4) はDNAに結合できなくなる。これに対して、トリプトファンオペロンの場合、調節タンパク質はトリプトファンと結合し、(4) としてはたらくようになる。このようにタンパク質が別の分子と結合することによって、その結合部位とは異なる部位の (5) が変化して、特性が変化するタンパク質を (6) タンパク質という。

問2 ラクトースオペロンをもつ細菌が変異したことによって、培養液へのラクトースの添加と無関係に常にラクトース代謝酵素を生産するようになった。ラクトースオペロンのプロモーターから構造遺伝子までの塩基配列には変異が見られなかった。変異が起きたと考えられるDNA領域の名称を答えよ。また、どのような変異が起きたと考えられるか、書け。

問3 メチルトリプトファンはトリプトファンと似た分子構造をしているので、トリプトファンと同様に遺伝子のはたらきの調節に関わるが、タンパク質を作るための物質として、トリプトファンの代わりにはならない。正常なアミノ酸生産細菌はメチルトリプトファンを培養液に高濃度で加えると増殖できない。ところが、この細菌を変異させたところ、メチルトリプトファンを高濃度で加えても増殖できるようになった。塩基配列を調べたが、調節タンパク質遺伝子には変異が見られなかった。変異が起きたと考えられるDNA領域の名称を答えよ。また、どのような変異が起きたと考えられるか、書け。

生 物 $\frac{10}{12}$

問4 次の文章を読み、(1) – (7)に入れる用語として正しい方を選び、記号で答えよ。

(1 a. ラクトース b. トリプトファン) オペロンのプロモーターにラクトース代謝の構造遺伝子を結合したプラスミドを大腸菌に導入することにより、ラクトース代謝酵素の生産を培養液のトリプトファン濃度により制御できる。

一方、一般的にプラスミドをもち、プラスミド上の遺伝子からタンパク質が合成されると、生存に必要なタンパク質合成のために多くのエネルギーが必要となり、大腸菌の増殖の速度はプラスミド上の遺伝子がはたっていない場合より(2 a. 小さく b. 大きく)、同じ細胞濃度までの培養時間は(3 a. 長く b. 短く)なる。培養液全体のラクトース代謝酵素の全量は大腸菌細胞当たりの酵素タンパク質の(4 a. 分子数 b. 分子量)と培養液中の大腸菌細胞数との(5 a. 和 b. 積)で計算される。上記のプラスミドを導入した大腸菌を使って、効果的にラクトース代謝酵素を作らせるために、(6 a. ラクトース b. トリプトファン)を加えた培養液で高い細胞濃度まで培養し、吸着剤を加えるなどの方法を使って、培養液中の(7 a. ラクトース b. トリプトファン)を取り除いて、プラスミド上の遺伝子をはたらかせる2段階培養法が考案されている。

問5 大腸菌の近縁種であるサルモネラ菌のラクトース分解酵素の特性を調べるため、その酵素のプロモーターから構造遺伝子までを結合したプラスミドを大腸菌の変異株に導入した。生産されたラクトース分解酵素が大腸菌のものではなく、サルモネラ菌のものであることを確認するため、大腸菌はどのような変異株でなければならないか、書け。

生 物 $\frac{11}{12}$

V 次の問いに答えよ。

問1 次の文章を読み、(1) – (5) に適切な用語や数字を入れよ。

森林や草原のような植生の概観を (1) という。ある気候の地域にはその気候に合った植物が優占する。環境条件が似ていると類似した (1) をもつ植生がつくられる。生産者である植物とその地域に生息する生物すべてのまとまりをバイオームという。バイオームは降水量と気温の影響を強く受ける。一般的に植物の生育には月平均 (2) $^{\circ}\text{C}$ 以上が必要とされる。日本は降水量が十分で森林が成立する条件を備えている。しかし標高の差が著しく、標高によって異なるバイオームが形成される。一般に高度が (3) m 増すごとに気温が $0.5 \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 低下する。温度や風などの影響で高木の森林が生育できなくなる亜高山帯の上限を (4) という。標高の違いによって生じるバイオームの分布を (5) という。

問2 次の世界の植物のバイオームについての記述(1)–(4)が示すバイオームの名称を答えよ。またそれぞれのバイオームを代表する植物を選択欄より1つずつ選び記号で答えよ。

- (1) シベリアや北アメリカなどの亜寒帯地方に分布し、針葉樹が優占する。
- (2) 年間を通じて高温多雨の亜熱帯地方に分布し、常緑の広葉樹が優占する。
- (3) 温帯のなかでも寒い地域に分布し、落葉広葉樹が優占する。
- (4) 熱帯のうち雨季と乾季があり、年間降水量の少ない地域に分布する。

【選択欄】

ア. プナ イ. アカシア ウ. タブノキ エ. アコウ オ. トウヒ

問3 森林の植物の光合成について、次の記述(1)–(4)のアーエより正しいものを1つずつ選び記号で答えよ。

(1) 植物の呼吸

- ア. 植物は光がなくても呼吸する。
- イ. 植物は光が強いときは呼吸しない。
- ウ. 植物の呼吸量は気温が高くなっても一定である。
- エ. 植物の呼吸量は二酸化炭素濃度が高くなると小さくなる。

(2) 光の強さと二酸化炭素吸収量

- ア. 植物は光補償点より弱い光では生育できない。
- イ. 植物の二酸化炭素吸収量が見かけ上ゼロになる光の強さを光飽和点という。
- ウ. 光飽和点はどの植物でも同じ値である。
- エ. 見かけの二酸化炭素吸収量は光合成速度と呼吸速度の和である。

生 物 $\frac{12}{12}$

(3) 林床植物

- ア. 林床に生息する陰生植物の呼吸量は陽生植物よりも大きい。
- イ. 陰生植物の二酸化炭素吸収量が陽生植物よりも大きくなる光の強さがある。
- ウ. 陽生植物と陰生植物の光補償点は同じである。
- エ. 陽生植物と陰生植物の光飽和点は同じである。

(4) 日本本州の低地帯における森林の光合成

- ア. 陽樹で構成される森林の林床では、光補償点の高い陽樹の幼木が成長しやすい。
- イ. 陰樹は陽葉をもたない。
- ウ. 極相に達した森林の低木層は主に陽樹の幼木と陰生植物で構成されている。
- エ. 極相林に形成された大きなギャップでは、陽樹の幼木が成長しやすい。

問 4 地球上で最も森林破壊の進んでいる地域の 1 つである南米の熱帯多雨林について、①森林破壊の原因、②森林破壊の結果引き起こされる問題をそれぞれ 50 字以内で説明せよ。