

生 物 $\frac{1}{8}$

I 次の問1－4の文章中の()に適切な用語を入れよ。

問1 血液凝固はケガに際して出血を止める重要な生体反応である。哺乳類においては、血管に傷ができるとそこに血球成分の1つである(1)が集まってきて傷口をふさぐ。さらに、集まった(1)のまわりで血液凝固が起こる。採血した血液でも血液凝固は起こる。血液を試験管の中に入れ放置すると、各種の凝固因子が活性化し、これが血液中のプロ(2)に作用し、(2)が作られる。(2)は酵素としてはたらき、(3)という血液中のタンパク質に作用して(4)に変え、最終的に繊維状のタンパク質複合体が生じる。その結果、赤血球などがからめとられて、(5)というかたまりと血清に分かれる。

問2 種子の休眠は、さまざまな環境条件が刺激となって解除される。種子の休眠が(1)というホルモンで維持されている場合、(2)というホルモンが増加することによって休眠解除される場合が多い。オオムギでは、胚から分泌された(2)が胚乳の周囲にある(3)に作用し、胚乳のデンプンを分解する酵素(4)が合成され、分解物を栄養にして発芽する。光によって発芽が促進される種子は、(5)と呼ばれる。

問3 生体内の穏和な条件下で化学反応が効率よく進行するのは、酵素が触媒として働いているからである。化学反応においてまず酵素は(1)部位と呼ばれる部分で(2)に結合し、複合体を形成する。そして化学反応が起こり、(1)部位に結合した(2)は生成物に変化する。酵素によっては化学反応を起こすために(2)の他に分子量の小さな有機物を必要とする場合があり、そのような物質は(3)と呼ばれる。細胞内では複数の化学反応が連続して起きることが多いが、その最終生成物がいずれかの化学反応に関わる酵素に働きかけて最終生成物の細胞内濃度を一定に保つ調節が存在する場合があり、このような調節を(4)という。多くの場合、(4)で最終生成物が結合する酵素の部位は(1)部位ではなく(5)部位で、その結合は酵素の(1)部位の立体構造を変化させるため、酵素は(2)に結合できなくなる。このような酵素は(5)酵素と呼ばれる。

問4 環境からの刺激に対して動物が起こす行動の中には、遺伝的なプログラムに従って生まれながらに備わる定型的なものがある。このような行動は(1)行動と呼ばれる。一方、生まれてからの経験によって行動が変化し、それが長く続くものもある。このような変化は(2)と呼ばれる。(1)行動のうち、刺激に応答して一定方向に移動する行動は(3)と呼ばれる。例えばカイコガの雄は、雌から分泌されて空中を浮遊するフェロモンを左右の触角で感知すると、そのにおい刺激が左右の触角で等しくなるようにジグザグに進んで雌に近づく(1)行動を示す。このカイコガの(3)におけるフェロモンのように、動物に定まった行動を引き起こす刺激は(4)刺激と呼ばれ、フェロモンのような化学物質の他に、光や電気、音波などが知られている。また、ある個体で(4)刺激を与えるのと同時に無関係な刺激を与え続けると、無関係な刺激がその個体で定まった行動に結びつく場合がある。このような現象は(5)と呼ばれ、動物の(2)を表す。

生 物 $\frac{2}{8}$

II 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

大腸菌のような原核生物では、関連する複数の遺伝子が連続して並んでいて、それらは1つの mRNA としてまとめて転写されることが多い。このような遺伝子群を (1) といい、(1) を単位として発現が調節される。この際、調節タンパク質が結合する DNA の領域は (2) と呼ばれ、転写を抑制する調節タンパク質を特に (3) という。

転写の開始部位と方向性を決める DNA の領域は (4) と呼ばれる。真核生物においては、RNA ポリメラーゼが (4) に結合し転写を開始するためには、(5) と呼ばれるタンパク質が必要である。真核生物では多くの場合、転写直後の RNA には、最終的に mRNA に含まれる領域である (6) と、mRNA に含まれない領域である (7) が含まれている。(7) を除く反応を (8) という。真核生物の遺伝子の発現も調節領域や多くの調節タンパク質により制御されている。ヒトのような多細胞生物では、様々な調節タンパク質の組み合わせにより特定の遺伝子が選択的に発現することで、細胞は特定の性質を示すようになる。このことを細胞の (9) という。

mRNA が合成されると、その情報に基づいてアミノ酸が指定され、タンパク質が合成される。この過程を (10) という。真核生物では、転写と (8) は核で起き、(10) は (11) で起きる。(10) の過程で最初に指定されるアミノ酸は、(12) である。

問1 文章中の (1) - (12) に適切な用語を入れよ。

問2 下線部について、(12) のアミノ酸を指定する mRNA のコドン塩基配列とその役割を 60 字以内で述べよ。

問3 (10) の過程を調べるために、表1の左側に示したような塩基配列の繰り返しを持つ人工 mRNA を用いてタンパク質を合成させる実験を行ったところ、それぞれ右側に示したようなアミノ酸配列の繰り返しを持つポリペプチドができた。a, bに入る適当なアミノ酸配列を記入せよ。また、そう考えた理由を述べよ。

表 1

mRNA の繰り返し塩基配列	合成されたポリペプチドのアミノ酸配列
5'-AAAAA-3'	リシンのみの繰り返し
5'-AAGAA-3'	リシン-リシン-アルギニン-リシン-グルタミン酸の繰り返し
5'-AACAA-3'	アスパラギン-リシン-トレオニン-リシン-グルタミンの繰り返し
5'-AAGA-3'	(a) の繰り返し
5'-ACA-3'	(b) の繰り返し

問4 ある細胞から抽出した mRNA は、5'-AAGGAACCU-3' という塩基配列を持っていた。この塩基配列を転写する際に鋳型鎖として用いられた DNA の塩基配列を解答欄に記入せよ。

Ⅲ 次の文章を読み、問いに答えよ。

動物の胚の発生では、(ア)誘導と呼ばれる現象がさまざまな過程で見られる。カエルなどの両生類の胚の発生において将来中胚葉になる細胞が生じるには、将来内胚葉になる植物極側の細胞による誘導が必要であると考えられている。この中胚葉誘導という現象の仕組みを調べるために、さまざまな実験が行われた。ある実験では、両生類の胞胚の予定外胚葉域であるアニマルキャップと、予定内胚葉域の細胞塊を接触させて培養すると、アニマルキャップから筋肉や脊索が形成された。アニマルキャップのみを培養した場合は、表皮などの外胚葉性の組織になった。一方、(イ)アニマルキャップと予定内胚葉域の細胞塊の間に細胞同士が直接接触しないような小さな孔を持つフィルターを挟んでも、アニマルキャップからは筋肉や脊索が形成された。さらに発生が進んだ段階では、神経誘導という現象が見られる。この誘導では、予定外胚葉から神経管が作り出されるが、この際初期原腸胚の(1)に位置する細胞群が形成体として働くことが必要であることが、(2)とマンゴールドによって見いだされた。

眼が形成される過程では、誘導が連鎖的に生じる。この過程では、(3)が表皮から(4)を誘導し、さらに(4)は表皮から(5)を誘導する。(3)は(6)を経て網膜になる。網膜では発生が進むとさまざまな種類の細胞が生じる。網膜の色素細胞に近い部分には、錐体細胞と桿体細胞という2種類の(7)ができる。

形成が完了した眼では、(7)で受容された光刺激は、神経細胞のはたらきを通して脳に伝えられる。この時、神経細胞の軸索は1か所に集まって、網膜を内から外へと貫いて眼球外に通じている部分を経て脳へと情報が伝えられる。この貫く場所は(8)と呼ばれる。(ウ)ヒトを含めた霊長類の錐体細胞には赤・緑・青の3種類があるため、私たちヒトは色彩豊かな視覚情報が得られる。一方、霊長類以外のほとんどの哺乳類は、2種類の錐体細胞しか持っておらず、赤色と緑色の区別が困難である。(エ)ヒトの赤と緑の錐体細胞の視物質を構成するオプシンの遺伝子を調べたところ、赤と緑のオプシンの遺伝子配列は極めて類似していることが分かった。

問1 文章中の(1)－(8)に適切な用語または人名を入れよ。

問2 下線部(ア)に関して、誘導とはどのような現象であるかを50字以内で述べよ。

問3 下線部(イ)に関して、フィルターを挟んでも中胚葉誘導が起こったことから、誘導の仕組みとしてどのようなことが考えられるか。70字以内で述べよ。

問4 下線部(ウ)に関して、赤・緑・青の3種類の錐体細胞における光の波長と光の吸収率の関係を図1に示す。赤・緑・青の錐体細胞は、A-Cの曲線のうち、それぞれどの曲線に相当するかを記号で答えよ。

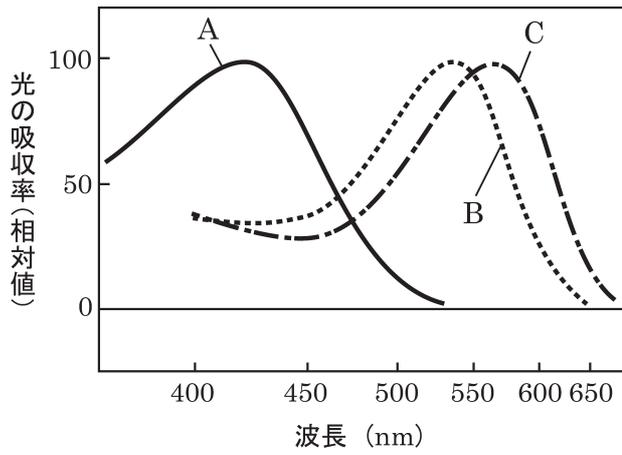


図 1

問 5 下線部 (エ) に関して、霊長類の赤と緑の錐体細胞の視物質を構成するオプシン遺伝子が、進化の過程でどのように生じたと考えられるか。100 字以内で述べよ。

IV 図2は生体膜の基本構造を示している。生体膜に関する以下の問いに答えよ。

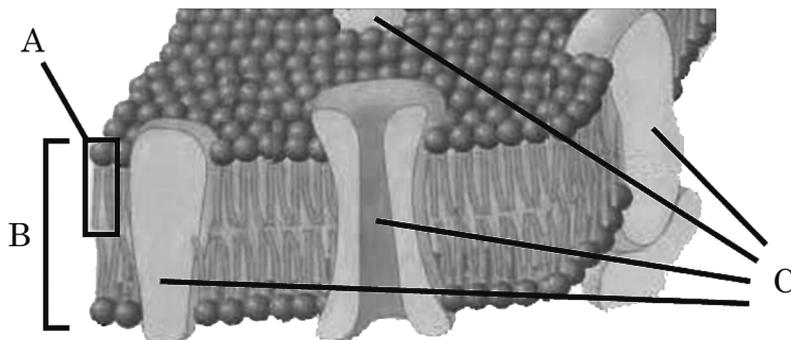


図2

問1 図2にある生体膜の主要構成成分Aは何か。また、成分Aが形成するBの構造は何と呼ばれるか。

問2 生体膜が成分Aのみで構成されている場合、次の物質はその膜を通過できるか。それぞれについて、素早く通過するものには○を、非常にゆっくりとした通過もしくは全く通過できないものには×を記入せよ。

[物質]

ATP, アミノ酸, グルコース, ナトリウムイオン, 酸素, 水

問3 図2の生体膜成分Cは、問2で×に分類されるような物質の中のある特定のものが膜を素早く出入できる仕組みを生み出している。成分Aと成分Cによって作り出されるこのような生体膜の性質は一般に何と呼ばれるか。また、問2で×に分類された物質の受動輸送と能動輸送を行う生体膜成分Cの例をそれぞれ1つずつ答えよ。

問4 以下に挙げる生命現象のうち、問3で述べられた生体膜の性質を直接利用している現象はどれか。正しいものを〔選択欄〕より1つ選び、記号で答えよ。

[選択欄]

- ア. 筋肉の収縮と弛緩
- イ. 抗原抗体反応
- ウ. ニューロンにおける静止電位と活動電位の発生
- エ. 相同染色体の乗換え
- オ. アルコール発酵

生 物 $\frac{6}{8}$

問5 細胞のミトコンドリアで起こる ATP 合成反応にも、問3で述べられた生体膜の性質を利用している部分がある。以下の4つの用語をすべて用いて、その部分の仕組みを150字以内で述べよ。

〔用語〕

濃度勾配，電子の移動，水素イオン，ミトコンドリア内膜

問6 次の文章中の（ 1 ）－（ 4 ）に適切な用語を入れよ。

生体膜の物質輸送に関して、図2の成分Cを通過する輸送の他に、生体膜自体が物質を取り囲んで小胞を作り、それが別の生体膜に融合することで起こる輸送がある。この小胞を介した輸送方法により、細胞内の物質を細胞外に分泌することを（ 1 ）、細胞外の物質を細胞内に取り込むことを（ 2 ）という。マクロファージが行う異物取り込みのように、（ 2 ）によって大きな粒子を細胞に取り込む作用は特に（ 3 ）と呼ばれる。また、飢餓状態の細胞が自己の細胞質の一部を取り囲む小胞を作り、それがリソソームと融合して小胞内に取り込まれたタンパク質などが分解され再利用される現象は（ 4 ）と呼ばれる。

生 物 $\frac{7}{8}$

V 次の問いに答えよ。

問1 次の文章を読み、問いに答えよ。

地球の陸地の多くでは、光、温度、降水量などのその地域の環境条件に適した植物によって覆われる場所がある。ある一定の地域の地表を覆っている植物全体を（ 1 ）という。（ 1 ）を構成する植物のうち、最も地表を広く覆っている種類を（ 2 ）という。火山の噴火によって裸地ができると、徐々に植物が侵入して草原が形成され、植物の種類が入れ替わりながらやがて森林へと（ 1 ）が変化していく。一方で、(ア) 一度植物が覆った地域が山火事や森林伐採によって裸地となった場合は、速やかに草に覆われ、やがて森林が形成される。このような（ 1 ）の変化を（ 3 ）という。日本の本州中部地方の亜高山帯では、(イ) 最終的な森林は針葉樹林となって安定した状態となり、この状態を（ 4 ）という。また、湖沼が徐々に埋まって植物に覆われ、その種類が移り変わっていく変化は（ 5 ）とよばれる。湖沼が形成されて時間が経つと、底部に生物遺体などが堆積して徐々に栄養塩類が豊富な状態となり、この変化を（ 6 ）という。すると浮き草や抽水植物が増加し、湖沼は浅くなっていき、やがて水の少ない（ 7 ）となる。その後徐々に陸地化して草原となっていく。

(1) 文章中の（ 1 ）－（ 7 ）に適切な用語を入れよ。

(2) 下線部(ア)に関連し、その理由を 50 字以内で述べよ。

(3) 下線部(イ)に関連し、安定した状態の森林も絶えず変化している。その変化の様子を次の用語をすべて用いて 100 字以内で述べよ。

〔用語〕

針葉樹、広葉樹、ギャップ、多様性

生 物 $\frac{8}{8}$

問2 次の文章が示すバイオームの名前を答えよ。またそれぞれのバイオームに関連が深い植物を選択欄より2つずつ選び記号で答えよ。

- (1) ユーラシア大陸から北米の北部に広がる低温地域に形成されるバイオームでは、主に常緑の樹木や落葉性の樹木など耐寒性の強い樹種からなる森林が形成される。低木層や草本層はあまり発達していない。
- (2) 年間降水量が多く、気温も比較的高いがやや低温の時期がある地域では、常緑広葉樹や木生シダが見られる比較的複雑な階層構造の森林が形成される。しかし巨大高木層は見られない。
- (3) 年平均気温が 3°C ~ 14°C 程度で、四季の移りかわりがはっきりしていて乾季のない地域に落葉広葉樹で構成される森林が発達する。
- (4) 年間降水量が 300mm に満たない地域で年平均気温が 0°C を超える地域では、乾燥耐性の高い植物が見られる。

[選択欄]

ア. カラマツ イ. 多肉植物 ウ. ヘゴ エ. カエデ オ. サボテン
カ. モミ キ. アコウ ク. ブナ ケ. チーク