

生 物

〔I〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

ある病原体に感染すると、我々のからだは病原体の排除や受けた損傷の修復のために、炎症反応を引き起こす。炎症反応では、全身あるいは局所的な発熱や腫れを伴うことが多い。これは、損傷を受けた細胞や^(a)マクロファージを代表とする食細胞が、ヒスタミンやプロスタグランジン、^(b)インターロイキンなどの物質を放出することで起こる。ヒスタミンやプロスタグランジンは、毛細血管の透過性を高めることで、血中から組織中への食細胞の移動を促進する。インターロイキンは^(c)視床下部を刺激して全身の体温を上昇させる。発熱や腫れなどの症状は不快なものであるが、このように病原体の排除を促して組織修復を高める効果がある。

問1 下線部(a)について、以下の小問1、小問2に答えよ。

小問1 マクロファージ以外の食細胞を2つ答えよ。

小問2 食細胞は、異物を取り込み分解したのちに一部を細胞の表面に移動させる。適応免疫(獲得免疫)の成立に重要なこのはたらきを何というか。

問2 下線部(b)は免疫機能に重要なタンパク質である。以下の文章を読んで次の小問1～3に答えよ。

真核生物におけるインターロイキンの合成過程では、DNAの塩基配列から^①必要な情報を含む塩基配列と^②そうでない情報を含む塩基配列が写し取られた^③RNAが合成され、その後^②が切り取られる。^②が切り取られたRNAの塩基配列を基にして、運搬されたアミノ酸が結合していき、その結合体が最終的に高次構造を形成することで機能的なインターロイキンとなる。

小問1 下線部^①と^②の部分それぞれ何というか。

小問2 下線部^③に関して、タンパク質の合成に関わるRNAは3種類ある。すべて答えよ。

小問3 下線部^②が切り取られる過程を何と呼ぶか。

問3 下線部(c)は、ホルモン分泌調節の中心的な役割も担っている。ホルモン分泌の結果生じた最終産物や最終的なはたらきの効果により、最初の分泌促進機能を抑制するしくみを何というか。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

多細胞生物の細胞は細胞接着を有しており、動物の細胞接着はその構造により3種類に大別される。(①)では、中空の膜タンパク質が2つの細胞間をつないで、分子が直接移動できるようにになっている。上皮でみられる低分子の物質も通さない細胞間の結合であり、さまざまな分子が上皮組織の内側に入り込むことや、物質が体の内外にもれることを防ぐはたらきがあるものを(②)という。また、筋肉や上皮によくみられる(③)は、細胞の中に存在する細胞骨格につながったタンパク質どうしによる細胞の結合であり、細胞間や細胞と細胞外基質を結合し、組織の強度や弾力性を大きくしている。(③)のうち、細胞間の接着には(④)と(⑤)があり、(④)は細胞骨格Aに結合したタンパク質Xどうしによる結合であり、(⑤)は細胞内に付着した円盤状のタンパク質から突き出したタンパク質Yどうしによる結合であり、円盤状のタンパク質には細胞骨格Bが結合している。細胞と細胞外基質との接着には(⑥)があり、細胞内に付着した円盤状のタンパク質から突き出したタンパク質Zと基底膜の結合であり、円盤状のタンパク質には細胞骨格Cが結合している。

問1 文章中の(①)～(⑥)にあてはまる名称を答えよ。

問2 下線部のタンパク質の名称を答えよ。

問3 文章中の細胞骨格A～Cとタンパク質X～Zにあてはまる名称について、正しい組み合わせは次の1～6のうちどれか、それぞれ番号で答えよ。

<細胞骨格>

	A	B	C
1	中間径フィラメント	アクチンフィラメント	中間径フィラメント
2	中間径フィラメント	中間径フィラメント	アクチンフィラメント
3	中間径フィラメント	アクチンフィラメント	アクチンフィラメント
4	アクチンフィラメント	中間径フィラメント	アクチンフィラメント
5	アクチンフィラメント	アクチンフィラメント	中間径フィラメント
6	アクチンフィラメント	中間径フィラメント	中間径フィラメント

<タンパク質>

	X	Y	Z
1	カドヘリン	インテグリン	カドヘリン
2	カドヘリン	カドヘリン	インテグリン
3	カドヘリン	インテグリン	インテグリン
4	インテグリン	カドヘリン	インテグリン
5	インテグリン	インテグリン	カドヘリン
6	インテグリン	カドヘリン	カドヘリン

問4 植物細胞は細胞壁により隔てられているが、隣接する細胞どうしは細胞壁の穴を通じて細胞膜によってつながっている。このような細胞どうしのつながりの名称を答えよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

生物は同じ種であってもさまざまな形質をもっている。同種の個体間に見られる形質の違いを変異といい、変異にはそれぞれ遺伝しない（ア）変異と遺伝する遺伝的変異がある。進化に関係するのは遺伝的変異のみであり、遺伝的変異はDNAの塩基配列の変化である。^(a)突然変異によって生じる。一般に、^(b)体の大きさのような形質は個体間で多様性があるが、集団の平均的な値に近い個体の数が多い。

突然変異は一塩基の変化だけでなく、染色体の構造の変化でも起きる。減数分裂の第一分裂の（イ）期には、相同染色体どうしが並ぶ対合が起き、この状態で相同染色体どうしの一部が交差して乗換えが起きることがある。^(c)このとき不等交差（不等交叉）が起きると、染色体の構造が変わることがある。そのほかに、^(d)相同染色体のセット数がそっくり2倍や4倍など整数倍になったものをもつ生物もあり、そのような個体は（ウ）体と呼ばれる。

遺伝子の本体であるDNAやタンパク質などの分子の比較から、進化の道筋を探ることができる。近縁の種間で特定の遺伝子のDNAの塩基配列を調べると、種間で塩基配列に違いが見られる。これは共通の祖先から分かれた後に、それぞれの種で突然変異が起こったことによるもので、このようなDNAやタンパク質の変化を（エ）進化という。

同じ系統の種間で同一遺伝子のDNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化した数を比べると、その数は2種が分かれてからの時間に比例して増える傾向がある。そのため、^(e)塩基配列やアミノ酸配列の変化の速度は（オ）時計と呼ばれ、2種が進化の過程で枝分かれした年代を探るための目安となり得る。また^(f)その変化の速度は遺伝子やタンパク質の種類によって異なる。

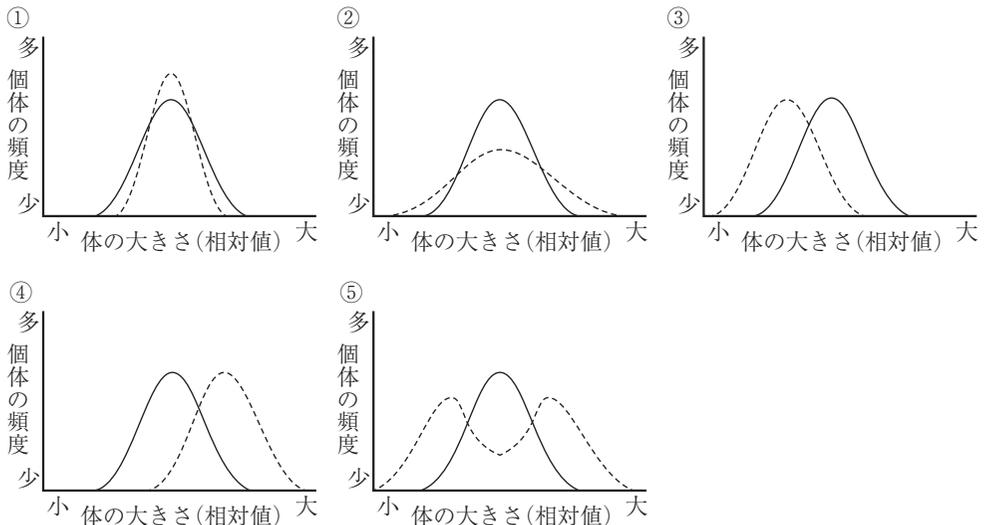
問1 文中の（ア）～（オ）にあてはまる語を次の解答群から選び、答えよ。同じものを何度用いてもよい。

<解答群> 学習、環境、用不用、前、後、終、異数、偶数、倍数、分子、進化、分化

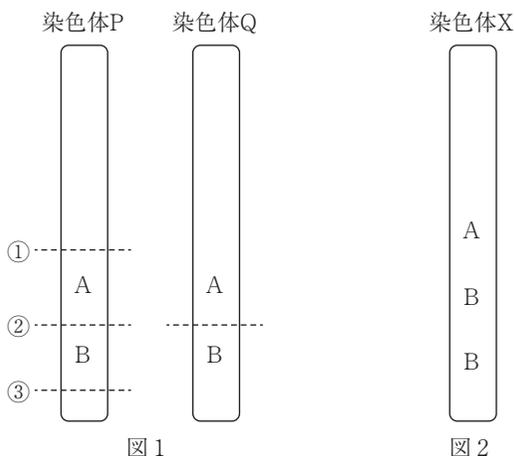
問2 下線部(a)について、突然変異に関する次の①～⑤の文のうち、誤っているものを2つ 選び記号で答えよ。

- ① 突然変異のほとんどは生存や繁殖に有利なものであり、生存や繁殖に有害な突然変異や、生存や繁殖には影響を与えない中立的な変異はめったに起こらない。
- ② 突然変異の原因には、DNA複製の誤りや放射線や化学物質によるDNAの損傷がある。
- ③ 配偶子に生じた突然変異はその個体が死ぬと消失するが、体細胞に生じた突然変異は次世代に受け継がれる。
- ④ 繁殖や生存に有利な突然変異をもつ個体が次世代により多くの子を残すと、その突然変異は集団全体に広がっていく。
- ⑤ 突然変異が起こらないことは、ハーディ・ワインベルグの法則が成立する条件のひとつである。

問3 下線部(b)について、ある生物集団にて環境の変化から、集団の平均より体の大きい個体がよく生存し、多く子を残すようになった。この傾向が何世代も続いた後の集団をとり、体の大きさをX軸に、それぞれの体の大きさの個体の頻度をY軸にとったとき、最も適切なグラフを次の①～⑤から選び、記号で答えよ。ただしグラフ内の実線は環境の変化が起こる前の集団のデータを表し、点線は環境の変化が起きてから何世代も経過した後の集団のデータを表す。



問4 下線部(c)について、次の図1に減数分裂の第一分裂の際、相同染色体PとQが対合し、並んでいる様子を部分的に示した。これらの上にはそれぞれ遺伝子AとBが乗っている。いま、相同染色体PとQが乗換えを起こし、次の図2の染色体Xが生じた。このとき、相同染色体Pの点線①から③の中で、Qの点線の位置と交差と乗換えを起こした位置として最も適切なものを選び、記号で答えよ。また染色体XのB遺伝子のように、同一染色体上に同じ遺伝子を連続して2つもつ染色体の構造変化の名称を答えよ。ただし染色体の長さの縮尺は染色体PおよびQと染色体Xの間で一定ではない。



問5 下線部(d)について、このような個体がよく知られる生物として、最も適切なものを次の解答群から選び、答えよ。

<解答群> コムギ類, ウシ類, ウマ類, ネコ類, イヌ類

問6 下線部(e)について、3種の哺乳動物に共通する遺伝子の、DNAの塩基配列の一部を次の図の通り比較した。3種の間でひとつでも異なっている塩基は背景を黒色にし、白文字で記載している。哺乳動物AとBがおおよそ9000万年前に分岐したことが化石の調査から分かっているとき、哺乳動物AとCが分岐したのは何年前となるか。推定値を答えよ。

哺乳動物A GAGGTT CCTCAAAA GGTCAAT CACAAG
 哺乳動物B GTCGTT CCTCAAAA TGTCAA ACACAGG
 哺乳動物C GAGGTT CCTCAAAA GGTCAAC CACAAG

図

問7 下線部(f)について、遺伝子やタンパク質の変化が速いものと遅いものが存在する理由を70字程度で記述せよ。

〔Ⅳ〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

卵巣にある始原生殖細胞から生じた (①) は、体細胞分裂により増殖し、その一部は発生に必要な栄養分 (卵黄) を蓄えた一次卵母細胞となる。その後、一次卵母細胞は DNA の複製を行った後、減数分裂第一分裂で不均等に分裂し、大きな二次卵母細胞と小さな第一極体となる。二次卵母細胞は続く減数分裂第二分裂でも不均等に分裂し、卵黄のほとんどをもつ^(a)卵と第二極体になる。極体が放出される部分を (②) 極、反対側を (③) 極とよぶ。極体はやがて消失する。

精巣内の始原生殖細胞から生じた (④) は、雄の成熟に伴い分裂を繰り返して増殖する。増殖した (④) は、その一部が一次精母細胞となり、DNA の複製後に減数分裂第一分裂に入る。第一分裂終了後には二次精母細胞が形成され、次の第二分裂後には (⑤) 個の精細胞がつくられる。精細胞は、初めは球状だが成熟とともに発達し、細胞質のほとんどを失って、運動能力をもった精子になる。ヒトの精子は、(⑥) と先体をもつ頭部、中心粒と (⑦) を含む中片部、微小管でできた (⑧) と呼ばれる構造により精子の運動に重要な役割を果たす尾部から構成される。

ウニでは、卵が精子を受け入れ受精すると、卵全体が透明な受精膜で速やかに覆われる。受精膜の形成は他の精子の侵入を防ぎ、複数の精子が受精しないようにする^(b)多精拒否というしくみの1つである。

問1 文中の (①) ~ (⑧) にあてはまる最も適切な語もしくは数字を答えよ。

問2 下線部 (a) について、以下に示す A~D の生物をゼリー層もしくは透明帯をもつ生物に分類せよ。

A. マウス B. ウニ C. ヒト D. カエル

問3 下線部 (b) について、受精後の卵の膜電位の変化について、主に関連するイオンを明記し、35字以内で説明せよ。

〔V〕 次の文章を読み、各問に答えよ。

地球は約 46 億年前に誕生した。このとき地球上に生命は存在しなかったが、その後、^(a)無機物から有機物が合成され、原始海洋でそれらの有機物が働き合うことで生命が誕生したと推測されている。最古の生物化石は約 35 億年前の地層から発見され、原核生物であったと推測されている。次いで 19~21 億年ほど前に^(b)真核生物が出現し、最初が多細胞生物が現れたのは約 10 億年前の先カンブリア時代と考えられている。その後、5 億年ほど前の^(c)古生代の初期に、多細胞生物が急速に多様化したと考えられている。

生物の分類上、現存する^(d)動物は刺胞動物や節足動物など約 30 のグループで構成されている。地球上には 100 万種を超える動物が生息しており、その形態は極めて多様である。近年、進化発生学と呼ばれる学問分野の研究により、多くの知見がもたらされている。

問 1 下線部 (a) の過程を何と呼ぶか、答えよ。

問 2 下線部 (b) について、五界説に従えば真核生物は 4 つの界から構成される。原生生物界と動物界以外の界を 2 つ答えよ。

問 3 下線部 (c) の現象を何と呼ぶか、答えよ。

問 4 下線部 (d) について、図中の空欄ア~オにあてはまる最も適切なものを、次の A~L から 1 つ選び、それぞれ記号で答えよ。

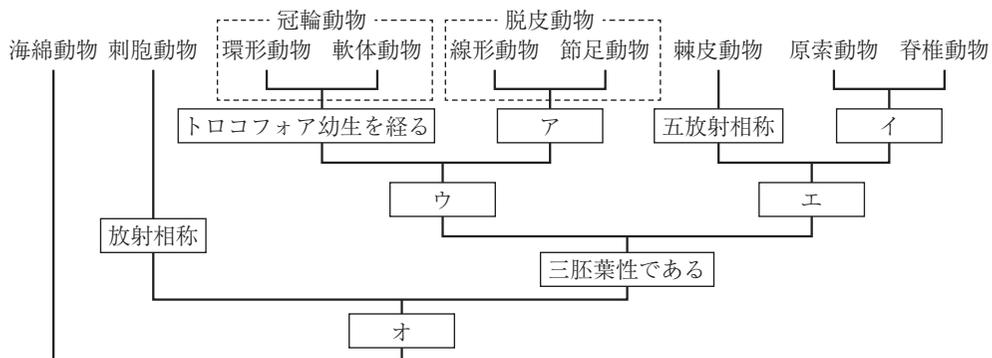


図 分子データをもとに作成された動物の系統樹

- | | |
|----------------|------------------|
| A. 鞭毛をもつ | B. 内胚葉と外胚葉を形成する |
| C. 外胚葉のみを形成する | D. 脱皮して成長する |
| E. 胚葉の分化はみられない | F. ノープリウス幼生を経る |
| G. 原口が口になる | H. 原口とは別の部分が口になる |
| I. 脊索をもつ | J. 外とう膜をもつ |
| K. 羊膜をもつ | L. キチン質の外骨格をもつ |