

生物

●工学部（生命環境化学科）

（3教科型・2月10日実施分）

（解答：65ページ）

1 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

多細胞生物では、からだを構成する数多くの細胞が互いに影響しあって秩序ある構造と機能を維持している。細胞膜を介した物質の移動では、濃度勾配にもとづく拡散によって起こる [1] 輸送と、濃度勾配にさからって起こる [2] 輸送とがある。[1] 輸送ではたらくタンパク質にはいくつかあり、 Na^+ や K^+ が通過する [3]、糖やアミノ酸などが通過する [4] がある。また、水分子が通過するアクアポリンが存在する。アクアポリンは、1992年に発見された水だけを通すタンパク質である。このように、細胞膜を通過する物質のほとんどは、それぞれ特定の [3] や [4] を介して輸送される。この特定の物質のみを透過させる性質を [5] という。

動物細胞における [2] 輸送では、 Na^+ と K^+ の細胞内外の輸送に関わるタンパク質が存在し、細胞内外の濃度差にさからって細胞外から細胞内へ K^+ を取り込み、細胞内から細胞外へ Na^+ を排出している。この分子機構を [6] という。

また、多細胞生物では、細胞どうしが結合したり、あるいは細胞と細胞外物質が結合したりして複雑に組織化した構造と機能を維持している。このような結合は、^(A)細胞接着と呼ばれ、さまざまなタンパク質が関与している。

問1. [1] ～ [6] に適切な語句を入れよ。

問2. 細胞膜を透過できない大きな分子や細菌などの異物は、細胞膜が内部に陥入することで細胞内に取り込まれる。この現象を何というか答えよ。

問3. 下線部 (A) について、(1) と (2) の説明に最も適した細胞間結合の種類を答えよ。

- (1) 動物の消化管で見られ、細胞間に存在する物質が上皮組織から漏れ出すことを防いでいる。
- (2) 動物細胞では、隣接した細胞の細胞質が中空のタンパク質でつながっており、低分子の物質や無機イオンが直接移動する。

問4. 細胞の形や細胞小器官はタンパク質でできた線維状の構造物に支えられており、アクチンフィラメント、微小管、中間径フィラメントの3種類がある。これらの総称を何というか答えよ。

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

原核生物では、機能的に関連のある遺伝子が隣接して存在し、まとめて転写されることがある。このような遺伝子群をオペロンという。大腸菌のラクトースオペロンには、ラクトース分解酵素群（ β -ガラクトシダーゼ、ガラクトシド透過酵素、ガラクトシドアセチル基転移酵素の3種類）の構造遺伝子が並んでいる。ラクトースオペロンに隣接して、リプレッサーが結合する DNA 領域であるオペレーターと、RNA ポリメラーゼが結合するプロモーターが存在している。さらに、プロモーターを挟んでオペレーターの反対側に、リプレッサーをコードする調節遺伝子が存在する。

リプレッサー（調節タンパク質）は、ラクトースオペロンの遺伝子からの mRNA の合成を調節している。このとき、大腸菌にラクトースを与えると、ラクトース分解酵素群の合成が誘導される。

問1. 次の(1)～(5)の変異を持つ大腸菌の場合、もしくは(6)のような大腸菌において、ラクトース添加前と添加後でのラクトース分解活性は、表1のA～Dのどれに該当するか、一つ選び記号で答えよ。ただし、大腸菌が利用可能な糖質としてラクトース以外は添加されていない。

- (1) リプレッサーを合成できない。
- (2) ラクトースの代謝産物と結合できないリプレッサーを合成する。
- (3) プロモーターが欠損している。
- (4) リプレッサーと結合できないオペレーターをもつ。
- (5) β -ガラクトシダーゼを合成できない。
- (6) 正常なラクトースオペロンをもつ。

表1. ラクトースの分解活性

	A	B	C	D
ラクトース添加前のラクトース分解活性	+	+	-	-
ラクトース添加後のラクトース分解活性	-	+	-	+

+: 活性が高い, -: 活性がない, または低い

問2. 野生型の大腸菌が生育する培地に少量のラクトースを添加し、 β -ガラクトシダーゼ mRNA の合成量を経時的に測定したところ、合成量はラクトース投与後2分間で最大になり、その後、低下した。合成量が低下した理由として考えられることを、以下のキーワードをすべて用いて述べよ。ただし、培地には大腸菌が利用可能な糖質としてラクトース以外は添加されていない。

キーワード: β -ガラクトシダーゼ、ラクトース、リプレッサー、オペレーター

問3. 原核生物と真核生物とでは、遺伝子の転写から翻訳までの過程が異なる。以下の(1)～(5)は、ア. 原核生物、イ. 真核生物、ウ. どちらでもない、のいずれに該当するか、一つ選び記号で答えよ。

- (1) 転写と翻訳をほぼ同時に同じ場所で行う。
- (2) 転写後、スプライシングが行われる。
- (3) RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合するには、基本転写因子が必要である。
- (4) 核内で転写後、細胞質で翻訳が行われる。
- (5) RNA ポリメラーゼがプロモーターに結合するのに、基本転写因子を必要としない。

3

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

ヒトの血液に含まれる血球のうち、 と は核を持たないことが知られている。なかでも は、血液 1 mm^3 中に含まれる血球成分の中で、最も数が多い。ヒトの体液には、血管を流れる血液に加え と が知られている。 が流れる管にはところどころに^(a) 節があり、最終的には首のつけ根あたりにある につながって血管系に合流する。また血液中には生体防御に関与する血球も種類豊富に含まれている。この細胞群が^(b) 適切に機能する ことで、病原体などの異物に対し侵入を防いだり排除したりする。このはたらきを^(c) 免疫 と呼ぶ。

問1. 文章中の から にあてはまる適切な語句を答えよ。ただし から には、それぞれ別の語句が入る。同じ語句を2度使用してはならない。

問2. 文章中の にあてはまる適切な語句を、次の(1)から(4)の中から一つ選び記号で答えよ。

- (1) 動脈
- (2) 静脈
- (3) 右心房
- (4) 左心房

問3. 下線部(a)について、次の(1)から(4)の表記で正しいものに○を、誤っているものに×を付けよ。

- (1) 免疫作用・生体防御に関与する細胞へと分化する造血幹細胞が存在する。
- (2) 免疫応答に関する反応が生じている。
- (3) チロキシンを分泌する。
- (4) 体内に複数存在する。

問4. 下線部(b)について、適切に機能しない場合に起こるアレルギー反応が知られている。アレルギー反応が起こる仕組みを述べよ。

問5. 下線部(c)には、(1) 好中球やマクロファージが非特異的にはたらき異物を排除するものと、(2) T細胞やB細胞が関与するものがある。(1)と(2)のそれぞれを何というか答えよ。

4

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

被子植物の有性生殖において、花粉と胚のうは重要な役割をもつ。

花粉は、花粉四分子を構成する一つ一つの細胞が、それぞれ1回の不等分裂をすることによって、葯(やく)内で形成される。この細胞分裂によって、 細胞と 細胞がつくられるが、その後 細胞は の中で1回の均等な分裂を行って2個の精細胞を生じる。

被子植物に特有の受精様式である によって、受精卵と胚乳核が作られ、受精卵は に、胚乳核を含む細胞は に、それぞれ成長する。

問1. 文中の に、もっとも適切な語句を入れよ。

問2. 胚のう細胞は、3回の核分裂を行った後、胚のうになる。胚のうに含まれる細胞の名称と数、それぞれの細胞1個に含まれる核の数を答えよ。また、胚のうに含まれる細胞のうち、精細胞と受精して受精卵になる細胞と、精細胞と融合して胚乳核を含む細胞になる細胞を、それぞれ答えよ。