

生 物 $\frac{1}{11}$

I 次の問1－4の文章中の()に適切な用語を入れよ。ただし、問3の(2)は、()内のa－dより適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

問1 細胞の生命活動に必要なエネルギーは、エネルギーの通貨に例えられる(1)から供給される。(1)はエネルギーを(2)という形で保持しており、(2)が切れると、(3)とリン酸が生成される。電子伝達系における反応により(1)を合成する細胞小器官は、(4)と(5)である。

問2 血液は血球と(1)からできており、血球には赤血球、(2)、リンパ球などを含む(3)がある。赤血球にある(4)という赤色のタンパク質は、(5)濃度が高く二酸化炭素濃度が低い肺では、(6)の状態になっているものの割合が高い。

問3 何も刺激せずに静かにしておいた状態のニューロン(神経細胞)の内部は外側に対して電位差があり、これを(1)という。(1)は、平均すると(2 a -7 mV , b -70 mV , c 7 mV , d 70 mV)程度である。ニューロンは、刺激を受けると、刺激を受けた部位で細胞内外の電位が瞬間的に逆転し、すぐにもとの状態に戻る。この一連の電位変化を(3)といい、(3)が発生することを(4)という。(4)は、刺激が弱いときには起こらないが、ある閾値を超えると起こるようになる。この法則を(5)の法則という。

問4 植物は、数種類の光受容体をもつ。そのひとつである(1)は、主に赤色光と遠赤色光を吸収する色素タンパク質で、光を吸収すると構造が変化し、植物の形態形成を引き起こす。光の照射によって発芽する種子を(2)といい、この種子をつくる植物にはレタスやタバコが挙げられる。(2)に赤色光を照射すると種子中の(1)の構造が変化し、胚の細胞に作用して(3)という植物ホルモンが合成される。植物の光屈性に関する光受容体として、青色光を受容する(4)が知られている。(4)によって情報が伝えられ、茎の光を受けた側と陰になった側とで、植物ホルモンの一種である(5)の濃度に差が生じて光屈性が起こる。

生 物 $\frac{2}{11}$

II 次の文章を読み、問いに答えよ。

動物の発生では、^(ア)受精卵からさまざまな段階の胚が生じ、最終的には複雑な構造をもつ成体へと変化していく。この間、細胞は分裂を繰り返して多細胞の胚になり、しだいに細胞の形や働きに違いが生じて、組織や器官が形成されていく。この過程で、^(イ)細胞が特定の形や働きをもつようになることを (1) という。

20世紀の初頭、ドイツの生物学者 (2) は、^(ウ)色素を用いて両生類の胞胚の表面を部分的に染め分け、その部分の細胞が胚の発生に伴ってどのような組織や器官になるのかを追跡した。この時用いられた染色法を (3) という。このような実験により得られた、胚の各領域が将来どのような組織や器官になるかを示した図は (4) と呼ばれる。

発生の過程で、細胞の集団が相互作用しながら組織や器官がしだいに形成されていく。例えば両生類の眼が形成される過程では、^(エ)誘導の連鎖が起こることで眼が完成する。また、ニワトリの皮膚である羽毛とうろこは、^(オ)外胚葉性の表皮と中胚葉性の真皮の相互作用を通して、どちらが形成されるのかが決まる。

現存する生物の器官は、形や働きが似ている場合には、発生上の起源が同一である (5) と、発生上の起源が異なる^(カ)相似器官がある。コウモリの翼とヒトの腕は形態は異なるが、(5) である。ヒトの手足の先では、まず扇型のような形ができ、そこから水鳥のみずかきにあたる部分の細胞が (6) と呼ばれる細胞死を起こして消失し、5本の指ができるが、コウモリではこのような細胞死が生じない。

問1 文章中の (1) - (6) に適切な用語を入れよ。

問2 下線(ア)に関して、ウニの発生は次の(a) - (e)のうちどの順番で進行するか。適切なものを選び記号で答えよ。

- (a) 胞胚 → 原腸胚 → 桑実胚 → プリズム幼生 → プルテウス幼生
- (b) 胞胚 → 原腸胚 → 桑実胚 → プルテウス幼生 → プリズム幼生
- (c) 桑実胚 → 胞胚 → 原腸胚 → プリズム幼生 → プルテウス幼生
- (d) 桑実胚 → 胞胚 → 原腸胚 → プルテウス幼生 → プリズム幼生
- (e) 桑実胚 → 原腸胚 → 胞胚 → プリズム幼生 → プルテウス幼生

問3 下線(イ)に関して、眼の水晶体の細胞について正しい記述を(a)－(e)より2つ選び、記号で答えよ。

- (a) 眼の水晶体の細胞には、水晶体の働きに必要なクリスタリン遺伝子も、すい臓のランゲルハンス島のB細胞で発現されるインスリン遺伝子も存在する。
- (b) 眼の水晶体の細胞には、クリスタリン遺伝子は存在するが、インスリン遺伝子は存在しない。
- (c) 眼の水晶体の細胞では、クリスタリン遺伝子の転写は活性化されるが、インスリン遺伝子の転写は不活性化のままである。
- (d) 眼の水晶体の細胞では、クリスタリン遺伝子の数が増えることで、多量のクリスタリンが合成される。
- (e) 眼の水晶体の細胞では、インスリン遺伝子に突然変異が蓄積し、その結果遺伝子が不活性化される。

問4 下の図1は、下線(ウ)の実験により得られたもので、両生類の胞胚の各領域が将来どのような組織や器官になるかを示したものである。図1の(A)－(F)にあてはまるものを[選択欄]から選び、記号で答えよ。

[選択欄]

- a. 神経板 b. 脊索 c. 体節 d. 内胚葉 e. 表皮 f. 側板

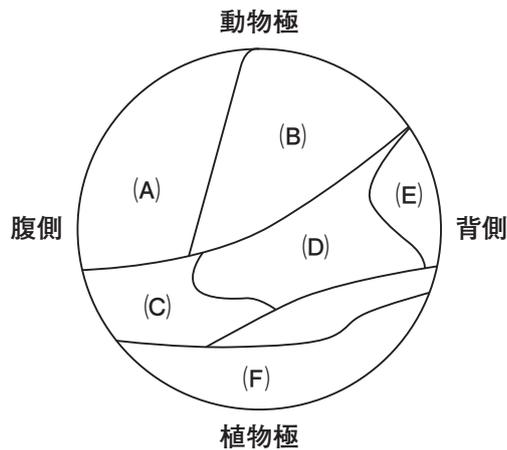


図1

問5 次の(a)－(d)は、下線(エ)の誘導の連鎖の過程を示したものである。正しい順序に並べ、記号で答えよ。

- (a) 水晶体が、表皮から角膜を誘導する。
- (b) 脳の両側に眼胞という膨らみが生じ、やがて眼杯になる。
- (c) 原口背唇が神経管を誘導する。神経管の前部は脳となる。
- (d) 眼胞および眼杯が表皮から水晶体を誘導する。

問6 下線(オ)は、以下のような実験により導かれたものである。この実験の結果より、羽毛とうろこがどのようなしくみで決定されていると考えられるかを答えよ。

「実験」ニワトリのある時期の胚から、将来羽毛が生じる背中と、うろこが生じるあしの皮膚を切り取り、表皮と真皮に分離した。その後で、背中またはあしの表皮と真皮を元の組み合わせで再び結合する再結合、あるいは組み合わせを交換して結合を行い、4つの組み合わせをつくって培養したところ、次の図2のようになった。

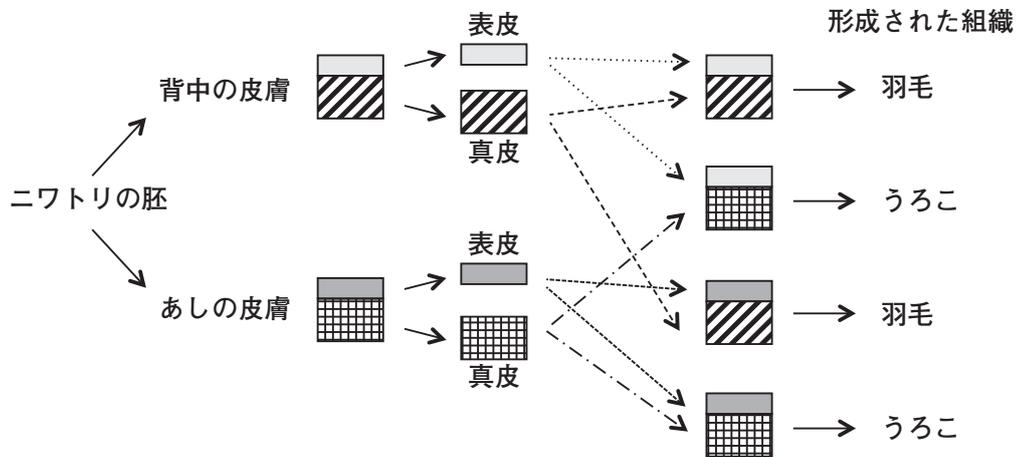


図2

問7 下線(カ)に関して、動物の相似器官の例を1つ挙げよ。

Ⅲ 次の文章を読み、問いに答えよ。

細胞膜は、水になじみやすい性質である（ 1 ）性と、水になじみにくい性質である（ 2 ）性の部分の両方をそなえた分子で形成される（ 3 ）層からなっている。石けんの分子も細胞膜の分子と同じ性質をもっている。

脂質は水になじみにくい性質をもった分子である。脂質で汚れた衣服の繊維から脂質汚れを落とすということと、汚れを分解するということは全く異なった現象である。石けんにより汚れが落ちる際、石けん分子によって汚れは分解されることはなく、⁽⁷⁾脂質汚れを石けん分子が取り囲んで水になじみやすくし、繊維から汚れを取り除くのである。

酵素洗剤には、汚れを落とす石けん分子以外に、汚れを分解する酵素が入っている。汚れを形成するさまざまな物質は酵素との反応により、より分子量の小さい分子に分解される。例えば、タンパク質は（ 4 ）が（ 5 ）結合により多数結合した分子であるが、タンパク質分解酵素はタンパク質の（ 5 ）結合を切断し、2つ以上の分子にする。すなわち、分解前と後ではタンパク質の一次構造に変化が起こったことになる。これに対して、タンパク質を加熱すると、タンパク質に（ 6 ）と呼ばれる変化が起こるが、タンパク質の（ 7 ）構造が変わったのであって、一次構造の変化ではない。

⁽⁴⁾繊維と汚れとの間の結びつきの強さや繊維のからまりの程度は、汚れが早く取り除かれるかどうか大きく影響する。酵素洗剤が開発された初めのころ、植物体の細胞壁やもめん繊維の主成分である（ 8 ）を分解する酵素が洗剤に加えられていた。（ 8 ）は、（ 9 ）が多数結合した高分子であり、ヒトの消化系では分解できない。これに対して、デンプンも（ 9 ）が多数結合した高分子であるが、ヒトはデンプンを分解する（ 10 ）という酵素をもっている。酵素と反応する物質を基質と呼び、酵素はある特定の基質とのみ反応する（ 11 ）という性質をもっている。で、（ 8 ）を分解する酵素は（ 8 ）とは分子構造の異なるデンプンを分解できない。

問1 文章中の（ 1 ）－（ 11 ）に適切な用語を入れよ。

問2 次の図3に示した細胞膜を形成する分子の分子構造の中で、水になじみやすい部分となじみにくい部分はどちらか、解答用紙の図のそれぞれの()に○印を書き込め。また、その分子が細胞膜を形成する時、分子の並び方として正しいものを図4の(1)－(5)から1つ選び、番号で答えよ。

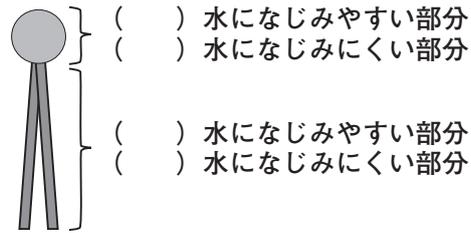


図3 細胞膜を形成する分子

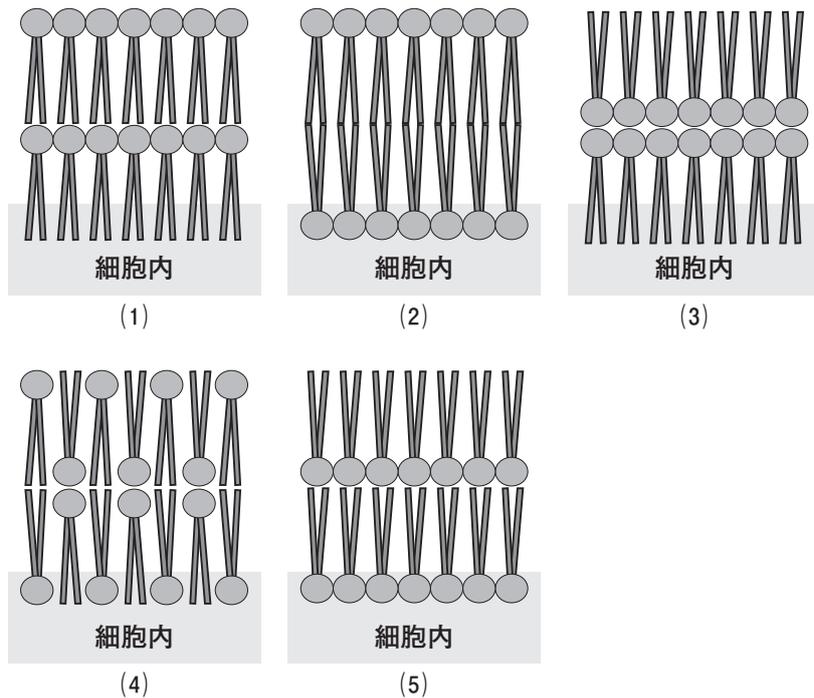


図4 分子の並び

問3 石けん分子の水になじみやすい部分となじみにくい部分が図3と同じである場合，下線部(ア)の「脂質汚れを石けん分子が取り囲んで」という状態はどのようなになるか。図5に示した石けん分子を，解答用紙の脂質汚れの図に書き込め。

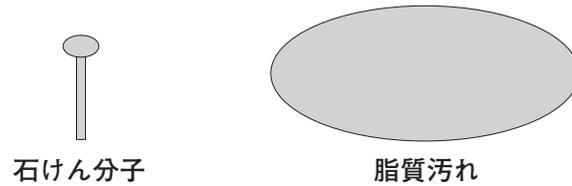


図5 石けん分子と脂質汚れの状態

問4 下線部(イ)に関して，汚れを落とすという意味では（ 8 ）を分解する酵素は酵素洗剤に入っている他の酵素と働きが異なっている。（ 8 ）を分解する酵素が汚れを取り除くのに有効なのはなぜか，50字以内で書け。

問5 酵素はある条件で高い活性を示す。カタラーゼによる酵素反応に影響を与える主要な因子を[選択欄]から3つ選び，記号で答えよ。

[選択欄]

- | | | | |
|------------|------------|-----------|------------|
| ア. 光 | イ. 温度 | ウ. ビタミン濃度 | エ. NAD 濃度 |
| オ. 酸素濃度 | カ. pH | キ. FAD 濃度 | ク. インスリン濃度 |
| ケ. 過酸化水素濃度 | コ. NaCl 濃度 | | |

IV 次の問いに答えよ。

問1 以下に行った実験の結果について、あとの問い(a)－(e)に答えよ。

大腸菌を2種類の窒素同位体である ^{15}N と ^{14}N のいずれかのみを窒素源として含む培地でそれぞれ長時間培養し、それぞれの大腸菌から DNA を抽出し、密度勾配遠心法により比重を調べたところ、それぞれ図6のA, Bに示すような結果が得られた。

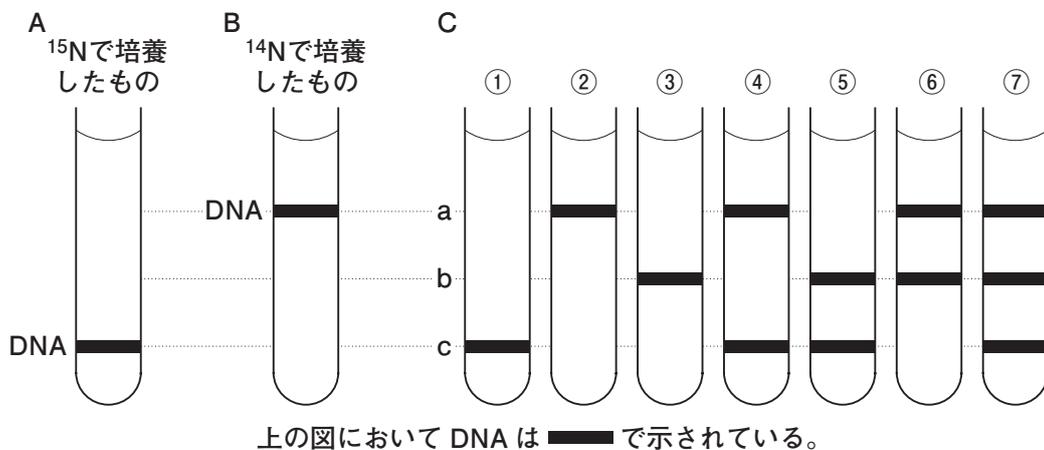


図6

- (a) ^{15}N で長時間培養した大腸菌を ^{14}N のみを窒素源として含む培地で一度だけ分裂させ、その DNA を調べると、どのような結果が得られるか、図6Cの①－⑦より1つ選び、番号で答えよ。またそのとき a－c の位置に観察される DNA の量比を最も簡単な整数比で記入せよ。(整数比の例:Aにおいては、 $a : b : c = 0 : 0 : 1$)
- (b) (a)で得た大腸菌を ^{14}N のみを窒素源として含む培地でさらに一度だけ分裂させると、どのような結果が得られるか、①－⑦より1つ選び、番号で答えよ。またそのとき観察される DNA の量比を最も簡単な整数比で記入せよ。
- (c) (b)で得た大腸菌を ^{14}N のみを窒素源として含む培地でさらに一度だけ分裂させると、どのような結果が得られるか、①－⑦より1つ選び、番号で答えよ。またそのとき観察される DNA の量比を最も簡単な整数比で記入せよ。
- (d) 以上の実験で、DNA がどのように複製されることがわかるかを50字以内で書け。
- (e) 以上の実験でわかった DNA の複製様式を何と呼ぶか。

生 物 $\frac{9}{11}$

問2 真核生物の遺伝情報の発現について述べた次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

DNA には、遺伝子の発現に関わる部分があり、それらは (1) と呼ばれる。(1) に結合して遺伝子の転写を制御するタンパク質を (2) と呼ぶ。遺伝子の転写は、RNA ポリメラーゼが (3) に結合することが必要である。転写が起こると、まず (4) が合成される。(4) の中には、最終的に mRNA には含まれない配列が含まれており、そのような部分は (5)、mRNA になる部分は (6) と呼ばれる。この (4) から (5) を除く過程は (7) と呼ばれる。細胞の種類によっては、(7) で除かれる (5) の部分が異なることがあります、このような (7) は (8) と呼ばれる。

- (a) 上の文章中の (1) - (8) に適切な用語を入れよ。
(b) 下線で示したような反応は、生物にとってどのような意味があるか。40 字以内で書け。

V 次の文章を読み、問いに答えよ。

ある場所に生育している植物の集団を (1) といい、その中で最も広い面積を占める植物を (2) という。また (1) の外観を (3) という。樹木の集まった (1) を森林という。よく発達した森林では、林内の光の強さが地表からの高さによって異なる。地表の近くは光が最も弱く、コケ植物などが生えた地表層と呼ばれる。地表からの高さが高くなるにつれて、草本層, (4), (5), 高木層といった層状の構造が形成される。このような構造を (6) という。

地表層における光の強さは (7) と呼ばれる高木層上部における光の強さの数%である。このような弱い光で成長できる植物を (8) という。光の強さと光合成速度の関係を図7に示した。

森林の地表には樹木の葉や枝などの枯死体が堆積し、これを土壤に住む動物や微生物が分解する。葉や枝などの枯死体が堆積し、まだ分解が進んでいない地表部を (9) という。動物や微生物によって分解された有機物を (10) という。(10) は風化した岩石と混ざり合い、地下にも層状の構造が形成される。

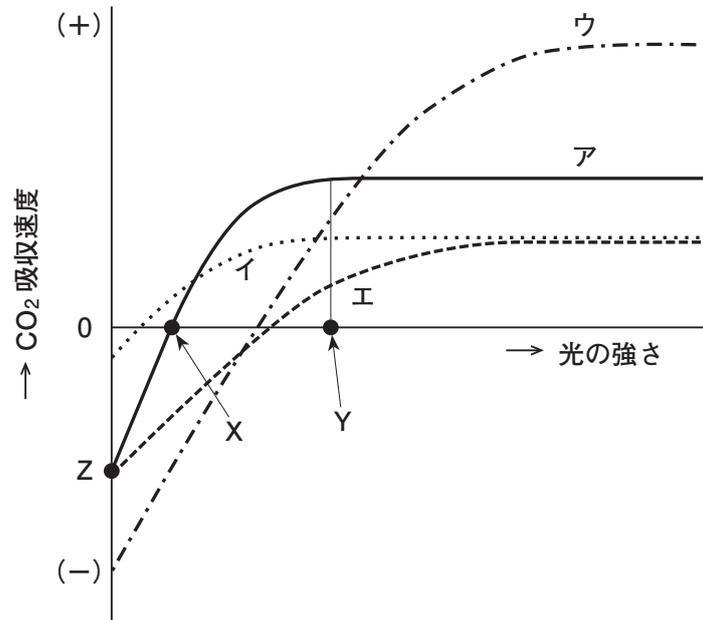


図7 光の強さと光合成速度の関係

生 物 $\frac{11}{11}$

問1 文章中の(1) - (10) に適切な用語を入れよ。

問2 文章中の下線部(ア)に関し、正しい記述をア-エより1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 管理の行き届いた人工林では、層状の構造が形成されやすい。
- イ. 亜寒帯に形成される針葉樹林は、熱帯多雨林よりも層状の構造が発達している。
- ウ. 高木層にスダジイが見られる森林では、その下層にハイマツがよく見られる。
- エ. 冬の落葉樹林では、林床に届く光の強さは夏より強い。

問3 図7はさまざまな植物の光の強さと光合成速度の関係を示している。(a) - (d)に答えよ。

- (a) 曲線アは弱い光で成長できる植物の、光の強さと光合成速度の関係を示している。X および Y を何というか答えよ。
- (b) 曲線アの植物よりも強い光を好む植物の、光の強さと光合成速度の関係を示す曲線をイ-エより1つ選び、記号で答えよ。
- (c) 曲線アの植物について、光がないとき Z は負の値である。その理由を書け。
- (d) 曲線アの植物について、X よりも弱い光しか当たらない条件に変えて育てると、どのようなになるか。またその理由を書け。