

平成26年度
入学試験問題

理 科

物 理 (1頁～4頁)
化 学 (5頁～12頁)
生 物 (13頁～22頁) } から1科目選択

注意：答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

藤田保健衛生大学医学部

生 物 (その1)

第1問 陸上のバイオーム（生物群系または群系）に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。なお、文中と図3の（イ）と（ウ）は同じものをさしている。

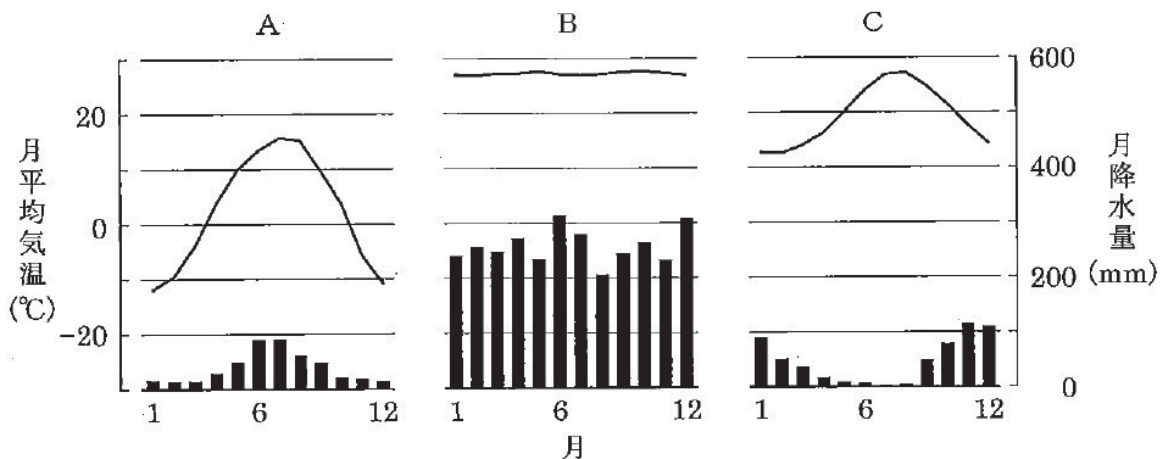
生産者である植物を基盤として、その地域に生息する動物や微生物などすべての生物のまとまりをバイオームという。森林や草原のような植生の外観上の様相を（ア）というが、バイオームは（ア）にもとづいて分類されており、(1) バイオームの種類と分布は、その地域の気温と降水量に対応している。地球上のある地点の気温と降水量を図1に、世界のバイオーム分布を図2に示す。

森林には、高さの異なるさまざまな植物が生育しており、高木層、亜高木層、低木層、草本層などの階層構造が認められ、(2) 階層ごとに光や湿度など、環境に違いが生じている。これにより、各階層にはその環境に適応した植物が生育する。

森林を構成する植物は呼吸を行って二酸化炭素を放出し、光合成によって二酸化炭素を吸収している。光の強さと二酸化炭素の吸収速度の関係は、植物の種類ごとに異なっており、陰生植物と陽生植物の例を図3に示す。光合成速度は、光の強さとともに大きくなるため、ある光の強さでは、呼吸速度と光合成速度が等しくなってみかけ上、二酸化炭素の出入りが見られなくなる。このときの光の強さを（イ）という。さらに光が強くなると、ある光の強さからは光合成速度は一定になる。このときの光の強さを（ウ）という。

ある地域の植生が時間とともに変化していく現象を（エ）という。火山の噴火のあとなどの裸地には、まず、乾燥に強い地衣類やコケ植物などが侵入し、定着する。これらの遺骸や岩石の風化によって、土壌が形成されはじめる。次に、草本類が侵入し、土壌の形成がさらに進行して、(3) 草原が形成される。やがて、陽樹を中心とした木本類などが侵入し、低木林が形成される。その後、(4) 陽樹林は陰樹が混ざった混合林へと変化し、最終的に安定した陰樹林が形成される。このように（エ）が進行した結果、大きな変化が見られなくなった状態を（オ）という。

図1



生物 (その2)

図2

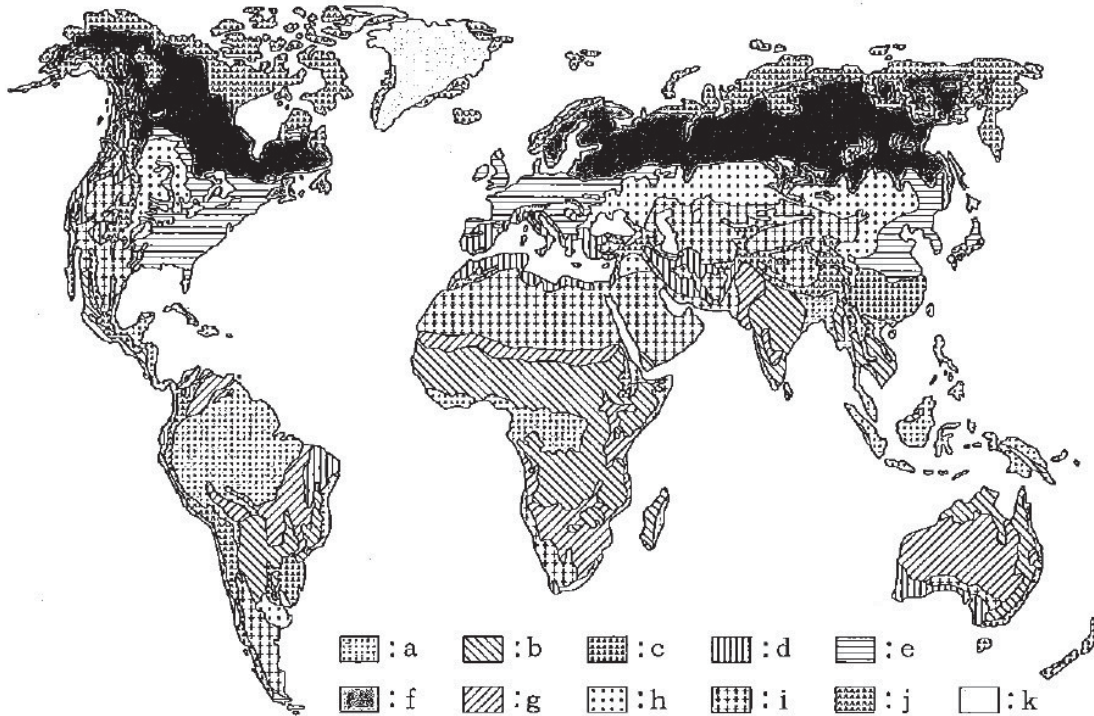
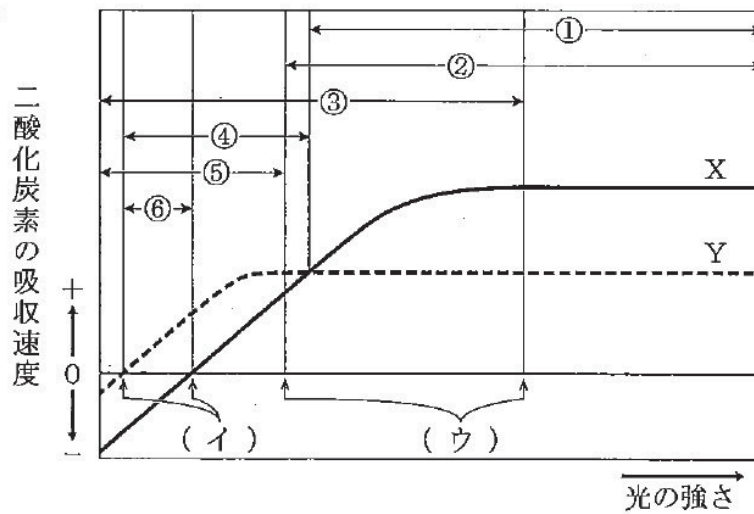


図3



問1 文中の(ア)～(オ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、図1の地点A～Cが含まれるバイオームを、図2のa～kの中からそれぞれ選んで、記号を記し、そのバイオームの名称も記せ。

問3 下線部(2)について、このように生物が生活することによって、非生物的環境に及ぼす影響を何とよぶか、用語で記せ。

生 物 (その3)

問4 図3について、

- i) 陰生植物は、XとYのどちらか、記号で記せ。
- ii) 陰生植物の方が、陽生植物よりも生育に適している光の強さはどの範囲か。図3の①～⑥の中から、最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

問5 下線部(3)について、この草原は、主に図3のXとYのどちらの性質をもった植物で形成されるか、記号で記せ。

問6 下線部(4)について、陽樹林から陰樹林へと変化する理由を簡潔に記せ。

問7 森林の発達に伴う総生産量、呼吸量、現存量の変化を図4に示す。

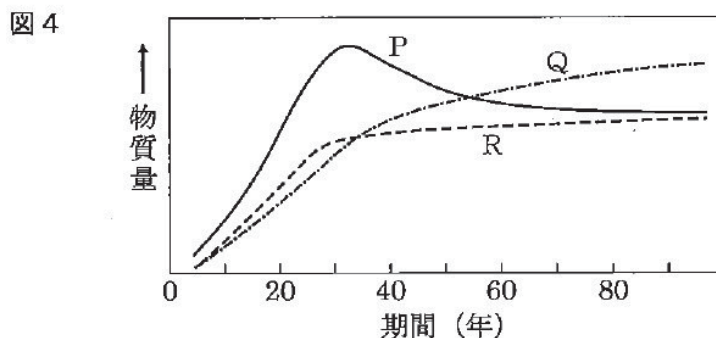


表1

	①	②	③	④	⑤	⑥
総生産量	P	Q	R	P	Q	R
呼吸量	Q	R	P	R	P	Q
現存量	R	P	Q	Q	R	P

- i) 図4において、P～Rは何を表すか。表1の①～⑥の組み合わせから最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。
- ii) 純生産量を表す式を、図4の記号を用いて記せ。
- iii) (エ)の進行に従って、純生産量はどのように変化するか、簡潔に記せ。

生 物 (その4)

第2問 ヒトの骨に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

ヒトの骨は、(ア)組織に属し、発生的には(イ)胚葉に由来する器官である。骨の主な働きとしては、1)からだを支え、器官を保護する働き、2)造血する働き、3)カルシウムを貯蔵する働き、4)運動する働き、の4つがある。

- 1) からだを支え、器官を保護する働き：いくつかの骨が組み合わさって骨格ができています。骨格により、からだには、頭部に頭蓋腔、背部に脊柱管、胸部に胸腔、腹部に腹腔という4つの腔所が形成されている。(1)これらの腔所には、さまざまな器官が存在しており、それぞれの腔所を取り囲む骨格によって保護されている。
- 2) 造血する働き：骨の中の骨髓には、(ウ)が存在し、赤血球、白血球、血小板などのあらゆる血液細胞がここからつくり出されている。「血液のがん」といわれる白血病の治療法には、患者の血液細胞を放射線等によりすべて消失させたのち、ドナーの正常な骨髓由来の細胞を移植するという骨髓移植療法がある。この際、(2)ドナー由来の白血球が患者の臓器を攻撃することがないように、患者の抗原型と適合したドナーを選ぶ必要がある。
- 3) カルシウムを貯蔵する働き：カルシウムは、さまざまな細胞の活動に必要な物質である。体内に存在するカルシウムの大半は骨に貯蔵されており、必要に応じて骨からカルシウムが供給されている。(3)血漿中のカルシウム濃度は、図5に示すように、主に2つのホルモンの働きによって、一定範囲内に保たれている。
- 4) 運動する働き：骨と骨が関節を介して連結している様子を図6に示す。多くの筋は、腱を介して骨同士をつないでおり、筋が収縮することで、関節が動き、運動が生じる。(4)腱と骨の巧妙な配置によって、ヒトは他の動物と比べて手の指を細やかに動かせるようになった。

図5

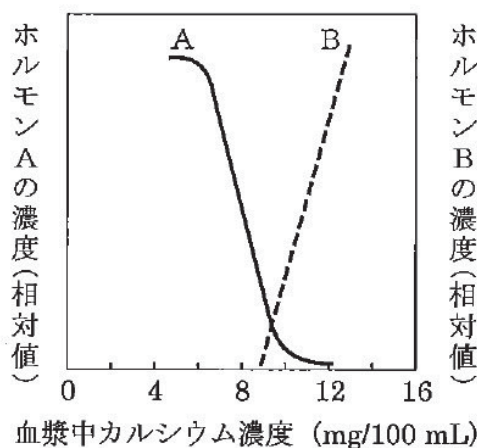
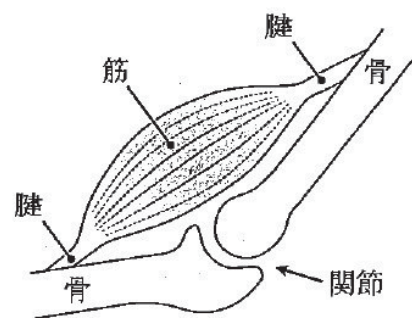


図6



生 物 (その5)

問1 文中の(ア)～(ウ)に適語を記せ。

問2 下線部(1)について、

- i) 脊柱管は脊柱内にある腔所であるが、この中に存在し保護されている器官は何か、名称を記せ。
- ii) 胸腔内に存在する器官にはどのようなものがあるか。次の①～⑥の中から適当なものをすべて選び、番号で記せ。

① 心臓 ② 胃 ③ 肝臓 ④ 胸腺 ⑤ 甲状腺 ⑥ 肺

問3 下線部(2)について、

- i) 適合させる必要がある抗原は何か、名称を記せ。
- ii) 同じ両親から生まれた兄弟姉妹間で、この抗原型が適合する確率はいくらか、%で記せ。
- iii) 日本において、骨髄移植のドナー登録やコーディネートをを行っている公益財団法人の名称を記せ。

問4 下線部(3)について、

- i) 血漿中のカルシウム濃度が低下した場合、分泌されるホルモンは図5のAとBのどちらか、記号で記せ。
- ii) 次の文の()の中から、最も適当なものをそれぞれ1つずつ選び、番号で記せ。

血漿中のカルシウム濃度が低下した場合、(a: ① 甲状腺 ② 下垂体 ③ 副甲状腺 ④ 視床下部) から (b: ⑤ カルシトニン ⑥ パラトルモン ⑦ 成長ホルモン ⑧ チロキシン) が分泌される。(b) は、骨からカルシウムを溶出させる他に、(c: ⑨ 肝臓 ⑩ ひ臓 ⑪ すい臓 ⑫ 腎臓) でのカルシウム再吸収を促進させる。また、(b) は、活性型ビタミンD₃の生成を促し、(d: ⑬ 血管 ⑭ 気管 ⑮ 腸管 ⑯ エウスタキオ管) でのカルシウム吸収を促進させる。この一連の反応の結果、血漿中のカルシウム濃度は上昇する。

問5 閉経後の女性は、卵巣から分泌されるあるホルモンの分泌低下により、骨密度が低下し、骨がスカスカにもろくなってしまう病気が起こりやすくなる。

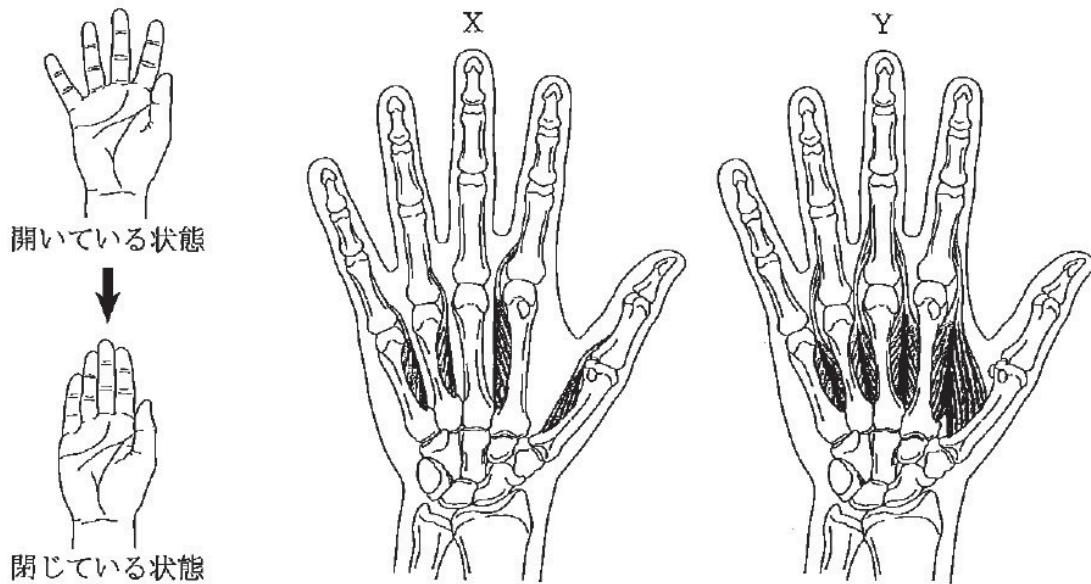
- i) このホルモンの名称を記せ。
- ii) この病気の名称を記せ。

生 物 (その6)

問6 下線部(4)について、

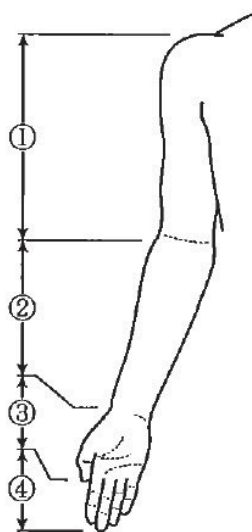
- i) 霊長類の特徴の1つである、親指が他の指と向き合うことのできる性質を何とよぶか、用語で記せ。
- ii) 図7の左に示すように、右手の指を開いている状態から、閉じている状態に動かすとき、作用する筋群は、XとYに示すどちらの筋群か、記号で記せ。ただし、親指の動きは考えなくてよい。

図7



- iii) 中指を曲げる筋はどの部位にあるか。図8の①～④のうち、最も適当なものを1つ選び、番号で記せ。

図8



生 物 (その7)

第3問 筋肉に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

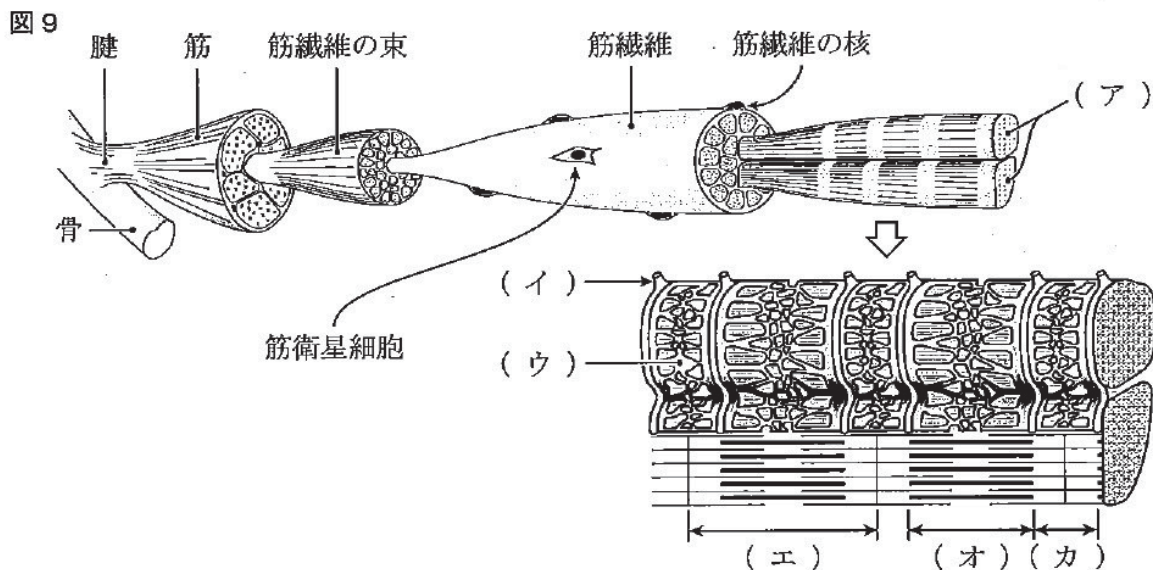
骨格筋は、運動を行うための重要な組織であるばかりでなく、体温の維持、姿勢の制御、臓器の保護などさまざまな機能をこなす組織である。骨格筋は図9に示すように、筋繊維とよばれる細胞からなっているが、筋繊維自身は分裂能力をもっておらず、筋肉を鍛えたときに筋肉が太くなるのは筋繊維の肥大成長による。しかし、いったん筋繊維が損傷を受けると、それまで分裂を停止していた、筋繊維の周りに少数存在する筋衛星細胞が一気に増殖を開始し、壊れた筋組織の修復を行う。骨格筋はすぐれた再生能力をもつ組織の1つでもある。

先天的に筋肉がもろく壊れやすい症状を示す筋ジストロフィーという病気がある。なかでも症状が重く患者数も多い⁽¹⁾ デュシェンヌ型筋ジストロフィーは、筋繊維の崩壊による進行性の筋萎縮を生じ、呼吸困難や心停止により20歳前後で命を落としてしまうことが多い。デュシェンヌ型筋ジストロフィーはジストロフィンとよばれるタンパク質の遺伝子の変異が原因で、筋繊維が壊れやすくなっているため、筋組織の修復もうまくいかない。そのため、変異のないジストロフィン遺伝子をもつ筋衛星細胞や、iPS細胞の移植による治療法が現在研究されている。

筋衛星細胞の性質を調べるために、マウスを用いて次の実験を行った。骨格筋組織から筋繊維を取り出し培養皿に移した。筋繊維周辺に付着していた筋衛星細胞は増殖を開始し、数日後、筋繊維周辺に散らばった小型の細胞として確認することができた。次にこの筋衛星細胞だけを回収し、これを2つのグループに分け、一方にはGFPという緑色の蛍光を発するタンパク質の遺伝子を導入した(図10a)。GFPは細胞の増殖や分化に影響を与えない。

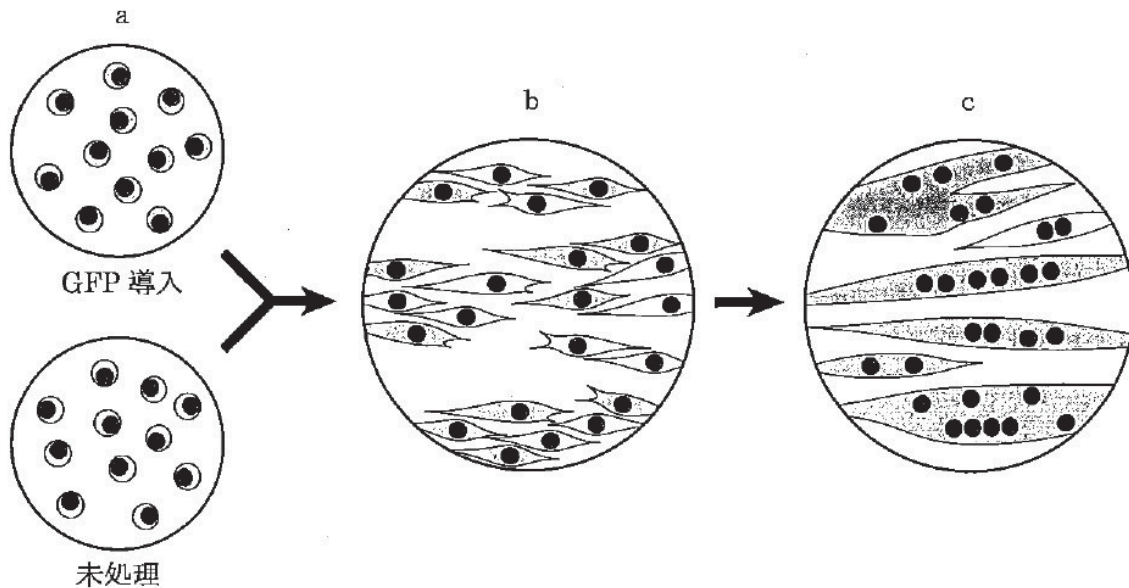
その後、両グループから同じ数の細胞を取り出して混ぜ合わせ、新しい培養皿で培養を継続したところ、2日後には筋衛星細胞は細長い形に変化し、筋芽細胞へと分化した(図10b)。

さらに培養を継続すると5日後には、筋繊維と同じような⁽²⁾ 1つの細胞の中に多数の核をもった巨大な細胞が出現した(図10c)。この細胞は外部から刺激を受けると、収縮と弛緩をくり返した。蛍光顕微鏡による観察を行うと、これら巨大細胞のほとんどは細胞全体で緑色の蛍光を発していた。



生 物 (その8)

図 10



問 1 図 9 の (ア) ~ (カ) に適語を記せ。

問 2 下線部 (1) について、筋ジストロフィーでは、筋肉の収縮に参与するある酵素の濃度が、血中において高い値を示すようになる。

i) 骨格筋は収縮により急激に ATP を消費する。しかし次の反応式に示すように、ある高エネルギー物質を用いて ATP を再合成している。X と Y に適当な物質名を記せ。



ii) i) の反応を触媒する酵素の名称を記せ。

iii) 筋ジストロフィーで、ii) の酵素の血中濃度が異常になるのはなぜか、その理由を簡潔に記せ。

問 3 下線部 (2) について、

i) 多核細胞が出現した経緯について、2通りの可能性 (A と B) を考え、それぞれについて簡潔に記せ。

ii) i) の A と B の可能性のうち、どちらが正しいと考えられるか。正しい方の記号を記し、その根拠となる理由について、図 10 の実験結果から考察し、簡潔に記せ。

生 物 (その9)

第4問 メンデル遺伝に関する次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

子が親に似る遺伝の現象は、両親からもたらされた何らかの「液状のモノ」が混じり合っ
て子に伝わるからだと考えられていた。これに対してメンデルは、親から受け継がれる何ら
かの「粒子状のモノ」を想定した。そしてある形質について両親から1つずつ、合計2つの
「粒子状のモノ」を受け継ぐと考えた。メンデルはエンドウを使って実験を重ね、優性の法
則、分離の法則、独立の法則の3つを導き出した。メンデルの想定した「粒子状のモノ」は、
その後「遺伝子」とよばれるようになり、⁽¹⁾両親から受け継ぐ1組の「粒子状のモノ」は(ア)
遺伝子と名付けられた。メンデルは、両親から受け継いだ2つの(ア)遺伝子が異なっ
ている場合、子にはどちらか一方の形質しか現れないと考え、形質が現れる方を優性、隠さ
れる方を劣性とよんだ。メンデルは遺伝子の本体がDNAであることも、⁽²⁾遺伝子が集まっ
て染色体を形成していることも知らなかったため、メンデルの法則はその後いくつかの修正
を受けることになった。⁽³⁾劣性の遺伝子についてはその多くが、本来発現されるべき機能的
なタンパク質をつくり出すことができなくなった機能喪失型であることもわかってきた。

問1 下線部(1)について、

- i) (ア)に適語を記せ。
- ii) (ア)遺伝子は別々の染色体に存在しているが、これら2本の染色体を何とよぶ
か、名称を記せ。
- iii) (ア)遺伝子は、配偶子形成の際に再び1つずつに分けられる。この過程を何と
よぶか、用語で記せ。

問2 下線部(2)について、染色体の発見により、独立の法則はその後、「2組の遺伝子
が別々の染色体にのっている場合、対応する2組の形質は相互に影響し合うことなく、
無関係に独立して遺伝する」と修正された。

- i) 2つの遺伝子が同じ染色体上にある場合、独立の法則は成り立たない。2つの遺伝
子がこのような状態にあることを何とよぶか、用語で記せ。
- ii) i)の状態にあっても、2つの形質が必ずしも一緒に遺伝しない現象を、スイート
ピーの交配実験で見つけた2名の研究者の名前を、次の①～⑥の中から2つ選
び、番号で記せ。

- | | | |
|--------|----------|---------|
| ① パネット | ② ド・フリース | ③ ベーツソン |
| ④ モーガン | ⑤ チェルマク | ⑥ コレンス |

- iii) ii)の現象は2つの遺伝子間で何が起こったことを示しているか、用語で記せ。
- iv) 2つの遺伝子が同じ染色体上に存在していたのに、突然変異により別の染色体に分
かれてしまう現象がまれに起こる。この現象を何とよぶか、用語で記せ。

生 物 (その10)

問3 下線部(3)について、マルバアサガオの赤花の遺伝子 R は、赤い色素をつくる酵素の遺伝子である。一方、劣性の遺伝子 r は転写ができないために酵素をつくることができない。遺伝子型 RR の個体は赤花をつけるが、遺伝子型 rr の個体は赤い色素を合成できずに白花となる。遺伝子型 Rr のヘテロの個体は、遺伝子型 RR の個体に比べて、酵素を半分の量しかつくることができないために、花の色は桃色になる。これは「不完全優性」とよばれ、メンデルの法則に従わない例である。劣性遺伝子の多くは機能喪失型であるにもかかわらず、一般的にはヘテロになったときに、なぜ「不完全優性」の表現型を示さずメンデルの優性の法則が成り立つのか。その理由を簡潔に記せ。

問4 X染色体上に存在している遺伝子の場合、X染色体を1本しかもたない男性では優性の法則は成り立たない。また、X染色体を2本もつ女性の場合でも、遺伝子の発現量を男性と合わせるために、2本あるX染色体の一方をまるごと不活性化してしまう現象が起きるため、優性の法則が成り立たない場合がある。女性では父母から受け継いだ2本のX染色体のうちどちらかを不活性化するかは、細胞ごとにほぼランダムに決められる。

- i) 性染色体上に存在している遺伝子による遺伝様式を何とよぶか、用語で記せ。
- ii) 血友病は、X染色体上に存在する血液凝固因子の遺伝子に変異が入ることによって引き起こされる。正常な遺伝子をもつ男性の血液中における血液凝固因子の活性を100としたときに、次の男女の血液中における、血液凝固因子の活性はいくらと考えられるか、それぞれ整数で記せ。
 - a) 機能喪失型の変異遺伝子をもつ男性
 - b) 変異遺伝子をもたない女性
 - c) 機能喪失型の変異遺伝子と正常遺伝子をヘテロにもつ女性
 - d) 機能喪失型の変異遺伝子をホモにもつ女性
- iii) ii) の a) ~ d) のうち血友病を発症すると考えられる男女をすべて選び、記号で記せ。

問5 タンパク質の中には多量体を形成して働くものも多く存在する。たとえばカリウムイオンを選択的に通過させる膜タンパク質であるカリウムチャンネルは、4量体を形成することでチャンネルの機能を発揮する。この遺伝子の機能喪失型の変異で、4量体を形成する能力に違いはないのに、チャンネルとしての機能を失ったタンパク質をつくるものがある。この変異遺伝子と正常遺伝子をヘテロにもつ細胞のカリウムチャンネルは、正常タンパク質と変異タンパク質が混ざった4量体を形成することになる。ただし4量体の中に変異タンパク質が1分子でも混入していると、チャンネルとしての機能は果たせない。

- i) 変異遺伝子と正常遺伝子からつくられるタンパク質の合成量が同じであるとした場合、正常タンパク質4分子だけから構成されるカリウムチャンネルの割合は、細胞全体で発現しているカリウムチャンネル全体に対してどれだけか、分数で記せ。
- ii) この変異は機能喪失型であるにもかかわらず、優性遺伝する。i) の結果を踏まえ、その理由を簡潔に記せ。