

生 物

注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまではこの冊子は開かないこと。
2. この冊子は表紙を除いて13ページである。
3. 「解答始め」の合図があったら、まず、黒板の掲示又は板書してある問題冊子ページ数・解答用紙枚数・下書き用紙枚数が、自分に配付された数と合っているか確認し、もし数が合わない場合は手を高く挙げて申し出ること。次に解答用紙をミシン目に沿って落ち着いて丁寧に別々に切り離し、学部名・受験番号・氏名を必ずすべての解答用紙の指定された箇所に記入してから、解答を始めること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに横書きに記入すること。

1 次の文章を読んで、下の問1～問6に答えなさい。

海洋には、古来多くの生物が暮らす。化石記録からは、およそ6億年前にあたる(ア)の後期の海には、(イ)と呼ばれる扁平^{へいへい}で硬い骨格を持たない、大型の多細胞生物が繁栄したと考えられている。また、およそ5億4千万年前から始まる次の時代になると、更に海洋環境が整い、多くの動物が出現した。この中には現生する種^aの祖先に加えて、現在は絶滅した動物も多く含まれる。こうした動物の種数の急激な増加は(ウ)と呼ばれ、カナダのロッキー山脈から産出する(エ)が、この時代の化石群として有名である。(オ)に入ると更に異なる動物群が繁栄し、顎を持つ魚類もこの時代から現れたと考えられている。このように、動物はダイナミックな進化を繰り返してきた。進化の過程でおこる代表的な現象として、種分化があげられる。

生物全体の分類体系^bは、これまで多くの研究者によって議論されてきた。古くから存在する考え方としては、生物を(カ)界と(キ)界に分ける二界説がある。その後、ドイツの研究者ヘッケルによって、多細胞生物は単細胞生物から進化したものであるとの考えに基づいた、生物を(カ)界、(キ)界、(ク)界に大別する三界説が唱えられた。さらにその後、アメリカの研究者であるホイタッカーは、これら3つの界と、シイタケやアカパンカビなどが含まれる(ケ)界、原始的な細胞を有するシアノバクテリアなどを含む(コ)界の2つの界からなる五界説を提唱した。現在は、アメリカの研究者ウーズによる三ドメイン説が、広く支持されている。

地球上には多くの生物が存在するが、各国際命名規約に従って種ごとに学名が与えられ、他種と明確に区別される。例えば、鹿児島県の海辺にも生息するウニ^cの1種、タコノマクラの学名は *Clypeaster japonicus* である。

問 1 文章中の(ア)～(オ)に当てはまる単語を次の語群から選び、番号を記入しなさい。

【語群】

- | | |
|---------------|------------------------|
| ① 白亜紀 | ② バージェス動物群 |
| ③ ダーウィンの自然選択説 | ④ エディアカラ生物群 |
| ⑤ オルドビス紀 | ⑥ 扁形動物 ^{へんけい} |
| ⑦ デボン紀 | ⑧ 中生代 |
| ⑨ コアセルベート | ⑩ カンブリア紀の大爆発 |
| ⑪ 先カンブリア時代 | ⑫ シルル紀 |

問 2 下線部(a)の時代に生息したと考えられる動物全てを次の①～⑦から選び、番号を記入しなさい。

- | | | |
|------------|----------|-----------|
| ① 三葉虫 | ② アホロートル | ③ アンモナイト |
| ④ シアノバクテリア | ⑤ 無顎類 | ⑥ アノマロカリス |
| ⑦ シーラカンス | | |

問 3 地殻変動が原因で、ある一種の動物に下線部(b)の現象がおこった場合について、一連の過程を 100 字以内で説明しなさい。ただし、以下の語群の語句を全て使用すること。

【語群】

生殖的隔離、地理的隔離、集団、蓄積、交配

問 4 次の文(1)～(5)を読み、適切な文章には○を、間違っている文章には×を付けなさい。

- (1) トロコフォア幼生は、軟体動物と環形動物にみられる幼生期である。
- (2) 扁形動物、棘皮動物^{きよくつ}は、発生過程における原口が肛門になる。
- (3) ミズクラゲの受精卵はのちに外胚葉と中胚葉へと分化し、二胚葉性である。
- (4) ヒドラやイソギンチャクは、えり細胞をもつ。
- (5) 脊索動物の中には、脊椎を持たないものも存在する。

問 5 文章中の(カ)～(コ)に当てはまる語句を書きなさい。

問 6 下線部C)について、下の①～⑤の動物の中から、タコノマクラと最も近い類縁関係にあると考えられる種の番号を選びなさい。また、その理由を20字以内で述べなさい。

- ① *Diadema setosum*
- ② *Ophioplocus japonicus*
- ③ *Echinothrix diadema*
- ④ *Ophioplocus giganteus*
- ⑤ *Clypeaster reticulatus*

2

次の文章1, 文章2を読み, 下の問1~問4に答えなさい。

文章1 : 緑色植物の光合成に必要な二酸化炭素は, 葉の気孔から取り込まれる。気孔は(ア)つの孔辺細胞で囲まれる隙間である。孔辺細胞が吸水して膨圧が高まると気孔は(イ)。膨圧が低くなると気孔は(ウ), 蒸散や光合成が(エ)。乾燥状態になると葉のアブシジン酸が(オ), その刺激により孔辺細胞の膨圧が(カ)て, 気孔が(キ)。また(ク)光が気孔を開く刺激として用いられている。

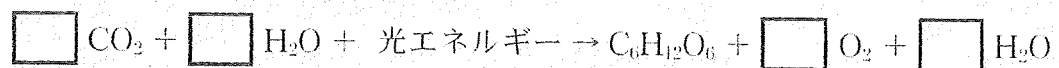
問1 文章1を読んで(ア)~(ク)に当てはまる語句を, 解答欄に書かれたものの中からそれぞれ1つ選び, 丸で囲みなさい。

文章 2：緑色植物での光合成は植物体の細胞内の(ケ)で行われる。光合成は(ケ)の中の(コ)で行われる、光が直接関係する反応段階と、(サ)における光が直接関係しない反応段階の 2 つに分けられる。前者の光エネルギーを用いて化学反応を行う反応系の総称が(シ)である。光合成電子伝達系の 2 種類の(シ)では水から電子を奪って酸素を発生し、(ス)を還元し、(セ)とする。この反応は(コ)膜中の電子伝達成分によって行われるが、この際(ソ)合成酵素によって(ソ)が合成される。これを(タ)反応と呼ぶ。(コ)の膜には(チ)や(ツ)などの色素が含まれる。これらの色素による光の吸収では波長が異なり、(チ)は(テ)と(ト)の光を、(ツ)は(テ)の光を強く吸収する。生成した(セ)と(ソ)は(サ)の暗反応で(ナ)の固定に使用される。(ニ)回路は大気中の(ナ)をルビスコのカルボキシラーゼ反応により(ヌ)を基質として初期代謝産物のホスホグリセリン酸として固定する。そして 1 分子の(ナ)を固定還元するために 3 分子の(ソ)と 2 分子の(セ)が必要とされる。(ニ)回路の中間代謝物から葉緑体内でデンプンが合成される。

(「作物学用語事典」日本作物学会編、農山漁村文化協会、2010 年を一部改変)

問 2 文章 2 中の(ケ)～(ヌ)の空欄に適切な語句を入れなさい。

問 3 光合成の反応過程をまとめると、



である。

空欄に適切な数値を記入しなさい。

問 4 葉が十分日射を受光できるにも関わらず光合成が低下したり、光合成ができない場合が見られる。どのような状態になると植物や葉がそうなるか、それぞれ 25 字以内で 2 つの理由を述べなさい。

3 次の文章1～3を読んで、下の問1～問6に答えなさい。

文章1：動物は外環境が変化しても体内の状態を一定に保とうとする性質を持つ。^(a)水中に生息する魚類も同様の性質を有しており、例えば、クロマグロのように広い海域を回遊する魚の体温は、周囲の水温よりも常に5～20℃ほど高く保たれている。彼らの高い体温は血液循環、呼吸および血糖値^(b)を制御することによって維持されている。

問1 下線部(a)のことを何というか答えなさい。

問2 下線部(a)の例として、次の①～⑤から正しいものを1つ選び、番号で答えなさい。

- ① ホホジロザメの歯は抜けても、すぐに生え変わってくる。
- ② マダイは産卵前に体の中へ脂質を蓄積する。
- ③ アカウミガメは塩類腺でナトリウムを濃縮して排出する。
- ④ マダコは興奮すると、体色や体の形を変化させる。
- ⑤ トラフグには胃がないので、腸を長くして食物を消化する。

問 3 下線部(b)は、体内環境の変化を感知した中枢神経系が信号を発し、その信号が自律神経系を介して、心臓やすい臓へ伝達されることにより制御される。これらの神経系を構成する組織とその作用について述べた、次の①(ア)～④(エ)に適切な語句を下の語群から選んで入れなさい。

- ① (ア)は心臓の拍動や呼吸運動をつかさどる中枢である。
- ② 血流量を増やすために(イ)が心臓の拍動を増加させる信号を送る。
- ③ 血糖値の低下は中枢神経系の(ウ)によって感知される。
- ④ (エ)はすい臓のランゲルハンス島に作用し、グルカゴンを分泌させる。

【語群】

交感神経、 副交感神経、 延髄、 脊椎、
視床下部、 間脳、 中脳、 小脳

文章 2 : 何らかの理由で食物摂取が断たれた場合、生物は自らの筋肉や肝臓に蓄えた体成分のタンパク質やグリセロール(脂質の一種)を材料として、グルコースを合成する(糖新生と呼ばれる)。糖新生においてグルコースの材料となる体成分には、優先的に使われる順序があり、ほ乳類ではグリセロール→タンパク質の順に使われる。一方、魚類の体成分のうち、糖新生に使われる順序については良くわかっていない。そこで、飼育水槽内に収容したクロマグロを絶食状態に置いて、経時的に体タンパク質および体グリセロール量と血糖値を測定したところ、表 1 に示す値が得られた。

表 1 絶食状態におけるクロマグロの体タンパク質量、体グリセロール量と血糖値

	絶食時間 (h)				
	0	8	16	24	32
体タンパク質量 (g/100g)	73.6	73.6	68.0	64.1	58.8
体グリセロール量 (g/100g)	5.4	2.6	1.8	1.7	1.7
血糖値 (mg/100ml)	163.8	95.4	109.0	132.7	142.9

問 4 表 1 からわかるように、血糖値は絶食 8 時間後に低下したが、その後は上昇傾向に転じた。その生理的メカニズムとして考えられることを 125 字以内で述べなさい。

文章 3：陸上に生息する動物と同様に、魚類の体内環境は感染症を引き起こす微生物やウイルス、すなわち異物の体内への侵入によってかく乱される。魚類もこのような侵入異物を免疫系によって排除することが知られている。魚類の免疫系はヒトと同様に自然免疫と獲得免疫より構成されており、いずれにおいても作用の主役となるのは白血球である。

問 5 文章 3 の下線部(c)と(d)は協調して異物を排除する。この作用について述べた、次の説明文の(オ)～(サ)に適切な語句を入れなさい。

白血球の一種である(オ)、(カ)や(キ)は体内に侵入した異物を細胞内に取り込んで処理する。この仕組みは(ク)と呼ばれ、細胞による自然免疫の最前線として作用する。次に、処理された異物の一部は異物の情報として T 細胞群へ提示される。この段階で T 細胞群は異物を抗原として認識できるように分化・増殖する。その後、(ケ) T 細胞は異物に感染した自己細胞を攻撃する。また(コ) T 細胞は(オ)および(サ)を活性化する。活性化された(サ)は抗原に対して特異的に結合する抗体を産生することで、体液性免疫を活性化する。

問 6 文章 3 の下線部(d)の獲得免疫は体液性免疫と細胞性免疫で構成されている。ヒトの結核原因菌と良く似た *Mycobacterium marinum* は魚類の白血球内に寄生し、その排除には体液性免疫よりも細胞性免疫が重要とされている。この理由として正しいものを次の文①～④から 1 つ選び、番号で答えなさい。

- ① 寄生された細胞内に抗体が届きにくいから。
- ② 細胞内寄生細菌はアレルギーを引き起こしやすいから。
- ③ 抗体は抗原と複合体をつくるから。
- ④ 二次応答によってつくられる抗体の量は一次応答の場合よりも少ないから。

4 次の文章を読んで、下の問1～問6に答えなさい。

細胞膜はリン脂質とタンパク質を主成分とする膜であり、細胞膜に存在するタンパク質には、^(a)チャネルやポンプなどイオンの移動に関わるものがある。神経細胞は $-50 \sim -90$ mVの静止膜電位を持つが、これは細胞の内外でナトリウムやカリウムなどのイオンに濃度差があることが要因の一つである。細胞膜の(ア)にはナトリウムイオンが多いが、これは細胞膜にあるナトリウムポンプがATPを使ってナトリウムイオンを輸送しているからである。ナトリウムイオンやカリウムイオンは、^(b)イオンチャネルが開くとその濃度勾配に(イ)移動する。このような物質の移動を(ウ)輸送といいATPを必要としない。神経系は神経細胞とその支持細胞であるグリア細胞から構成され、受容器で感知した刺激を効果器の細胞に伝える。神経細胞の軸索の多くはグリア細胞の一つである(エ)細胞でできた神経鞘(髄鞘)で包まれている。神経細胞は刺激により興奮し活動電位を発生する。骨格筋は効果器の一つであり、その収縮は運動神経によって^(c)制御されている。運動神経の終末から分泌された神経伝達物質は筋細胞の興奮を引き起こし、その結果、筋細胞の(オ)に蓄えられたカルシウムイオンが細胞内に放出される。このカルシウムイオンがアクチンフィラメントに付着しているタンパク質である(カ)と結合することで、トロポミオシンの構造が変化し、アクチンとミオシンの相互作用の結果、筋は収縮する。^(d)

問1 文章中の(ア)～(ウ)に入る適当な語句を解答欄に書かれたものの中からそれぞれ1つ選び、丸で囲みなさい。

問2 文章中の(エ)～(カ)に適当な語句を入れなさい。

問3 文章中の下線部(a)におけるリン脂質の構造を次の語群の語句を全て用いて50字以内で説明しなさい。

【語群】

疎水性、 親水性、 二層

問 4 文章中の下線部(b)について次の問に答えなさい。

- (1) 図1は、細胞呼吸による ATP 合成の中心的役割を担う細胞小器官の模式図である。この細胞小器官の名称を答えなさい。
- (2) 図1中の①と②の名称をそれぞれ答えなさい。

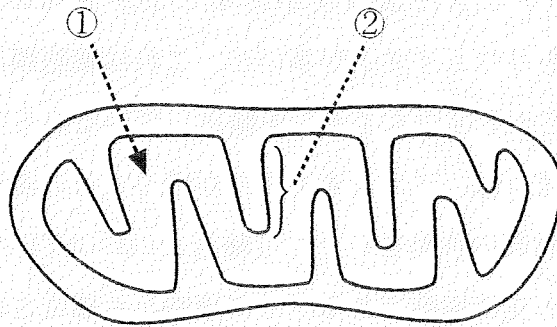


図1 細胞小器官の模式図

問 5 文章中の下線部(c)について次の問に答えなさい。

- (1) 神経細胞を刺激する強さを徐々に大きくしながら膜電位を測定したところ、図2に示すような膜電位の変化が記録された。この様な神経細胞の性質をなんと呼ぶか答えなさい。
- (2) この性質について、次の語群の語句を全て用いて70字以内で説明なさい。

【語群】

興奮、 閾値、 振幅、 活動電位

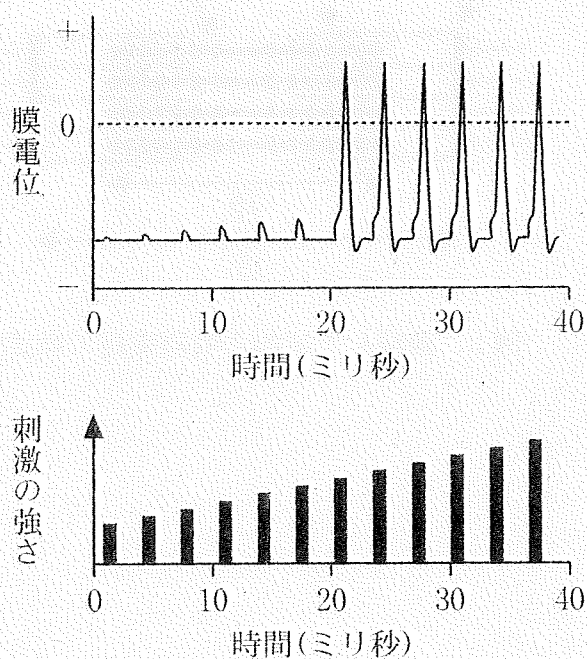


図2 膜電位の変化(上)と刺激の強さ(下)

問 6 文章中の下線部(d)について次の問に答えなさい。

- (1) 図3は弛緩した状態の筋原繊維の模式図である。アクチンとミオシンの相互作用に必要な ATP を分解する機能を持つタンパク質は①～③のどれか。数字で答えなさい。
- (2) 図3中の⑤の名称を答えなさい。
- (3) 筋が収縮すると④と⑤の長さがどうなるか。解答欄に書かれたものの中からそれぞれ1つ選び、丸で囲みなさい。

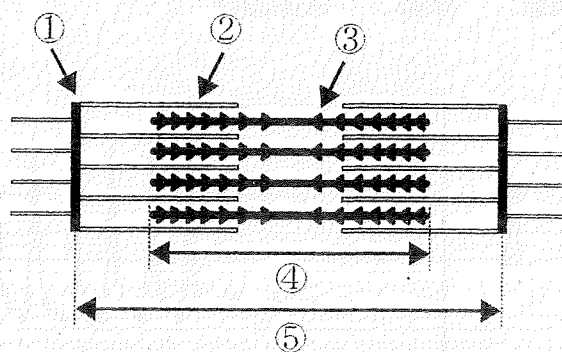


図3 弛緩した状態の筋原繊維の模式図