

◇ 生 物

生 8-1~生 8-13 まで 13 ページあります。

第1問 細胞膜のはたらきに関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

細胞膜は、a リン脂質とタンパク質から構成されている膜である。リン脂質には、水になじみやすい親水性の部分と水になじみにくい疎水性の部分があり、疎水性の部分どうしを内側に向けて二重になって並んでいる。このリン脂質でできた細胞膜によって、細胞はまわりの水環境から仕切られ、独立した存在となっている。細胞膜の構造と人工的にリン脂質で作成した脂質二重膜の構造を、次の図1に示す。

細胞は細胞膜に囲まれているため、生命活動を営むために必要な物質は、すべてこの細胞膜を通過しなければならない。細胞膜には、b 図1の人工脂質二重膜には見られない特定の物質を通過させる性質がある。このはたらきを担う細胞膜を貫通して存在するタンパク質は、特定の物質を通過させる通路を形成し、大きく二つに分けられる。一つは、膜の片側で特定の物質と結合し自身の立体構造を変化させることによってその物質を膜の反対側に運ぶ輸送体と、もう一つは、c 細胞膜に小孔を形成することによって物質を通過させる **ア** である。後者の **ア** による輸送は、細胞内外の濃度勾配にしたがい拡散によって生じるため、受動輸送と呼ばれている。これとは逆に、一部の輸送体ではATPなどのエネルギーを利用し濃度勾配に逆らって特定の物質を輸送させる能動輸送のはたらきがあり、代表的な例としてナトリウム **イ** があげられる。細胞内に物質を取り込む方法としては、ほかに **ウ** が知られている。例えば、生体防御で重要な役割を果たすマクロファージは、体内に侵入した微生物を **ウ** で細胞内に取り込み、最終的には **エ** という細胞小器官の中に含まれる分解酵素によって微生物を消化している。

細胞膜には、上述のタンパク質を用いて選択的に物質を通過させる役割以外にも、受容体と呼ばれるタンパク質が存在し、d 神経伝達物質やペプチドホルモンと結合することによって細胞内に情報を伝達する役割も担っている。

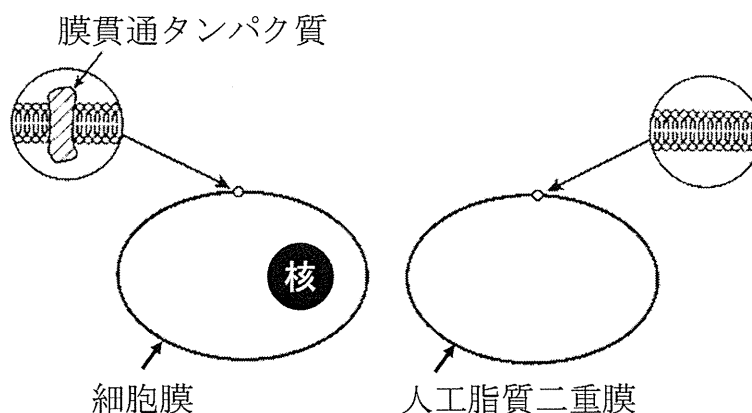


図1 細胞膜と人工脂質二重膜の構造（模式図）

問 1 空欄 **ア** ～ **エ** に当てはまる語をそれぞれ答えよ。

問 2 下線部 a について、細胞膜を構成する脂質やタンパク質は膜内を自由に移動できると考えられている。この膜構造モデルを何というか、答えよ。

問 3 下線部 b に関連して、細胞膜も人工脂質二重膜も通過できるものとして適当なものを、次の①～⑥のうちからすべて選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------|------------|-------|
| ① DNA | ② カルシウムイオン | ③ 酸素 |
| ④ グルタミン酸 | ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ ATP |

問 4 下線部 c に関連して、赤血球や腎臓の細尿管上皮細胞などの細胞膜では、他の細胞の細胞膜に比べて水の透過性が非常に高いことが知られている。これらの細胞膜に存在し、イオンの通過を遮断しながら水だけを通過させることができる小孔形成タンパク質を何と呼ぶか。

問 5 下線部 d について、ステロイドホルモンはペプチドホルモンとは異なる様式で細胞に作用することが知られている。ステロイドホルモンとペプチドホルモンとの作用の違いについて説明せよ。

第2問 バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。

特定の遺伝子を取り出し、それを別の遺伝子につないで新しい遺伝子の組み合わせをつくる技術を遺伝子組換え技術という。この技術を利用して、ヒトのインスリンなど、目的のタンパク質を大量に生産できるようになった。次の図1は、大腸菌にヒトインスリンを作らせる遺伝子操作の過程を示したものである。

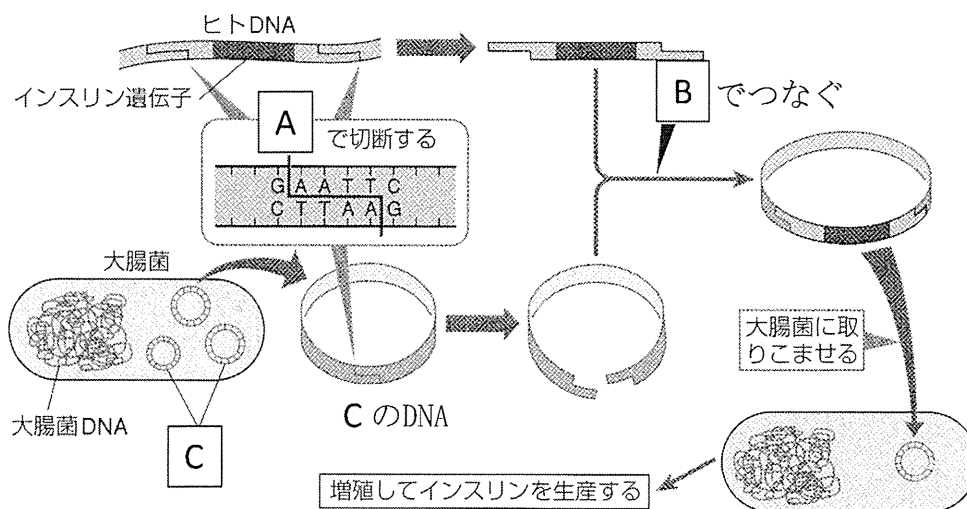


図1 ヒトインスリンを作らせる遺伝子操作の過程（模式図）

問1 図1中の[A]・[B]・[C]の物質の名称をそれぞれ答えよ。

問2 [A]にはたくさんの種類が存在するが、目的遺伝子を切り出すときと、[C]を切断するときは同じ[A]を用いる。なぜ、そのようにしなければならないか理由を簡潔に説明せよ。

問3 図1中には実際の遺伝子操作の過程とは異なる点がある。そのことについて説明している次の文章の空欄[D]・[E]に当てはまる語をそれぞれ答えよ。

ヒトインスリンの遺伝子には[D]が含まれる。大腸菌では[E]が起こらないので、実際にはあらかじめ[D]を除いたインスリン遺伝子を組み込む必要がある。

第3問 森林の構造と生態系のバランスに関する次の文章（A・B）を読んで、下の問い（問1～6）に答えよ。

A 次の図1は、日本のある森林の立体的な構造を表したもので、グラフ（ア）～（ウ）は、林冠に照射される光量を100%とした時の森林内の相対照度をしめしたものである。

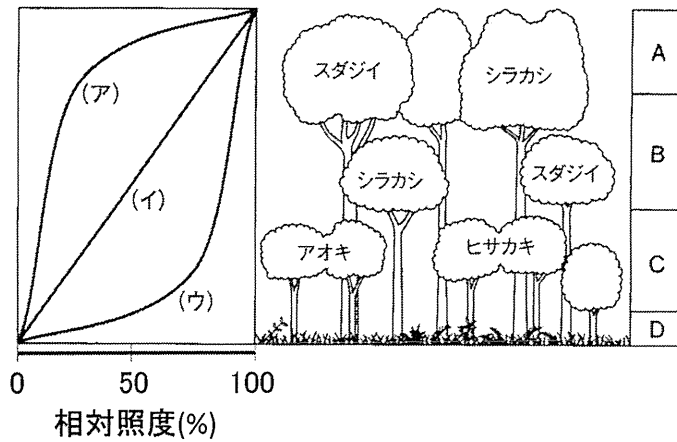


図1 日本のある森林の立体的な構造（模式図）

問1 図1の森林は、どのバイオームのものか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 亜熱帯多雨林 ② 針葉樹林
- ③ 夏緑樹林 ④ 照葉樹林

問2 図1のような森林の構造を何と呼ぶか。

問3 森林内の相対照度を示すグラフとして最も適当なものを、図1の（ア）～（ウ）のうちから一つ選び、記号で答えよ。

問4 D層に生育する植物は、陰生植物・陽生植物のどちらか。

B 海岸の岩場には、固着生物を中心とする特有の生物群が見られる。次の図2はその一例である。この中のフジツボ、イガイ、カメノテ、イソギンチャクおよび紅藻は固着生物であるが、イボニシ、ヒザラガイ、カサガイおよびヒトデは岩場を動き回って生活している。矢印は食物網におけるエネルギーの流れをあらわし、ヒトデと各生物を結ぶ線上の数字は、ヒトデの食物全体の中で各生物が占める割合（個体数比）を百分率で示したものである。

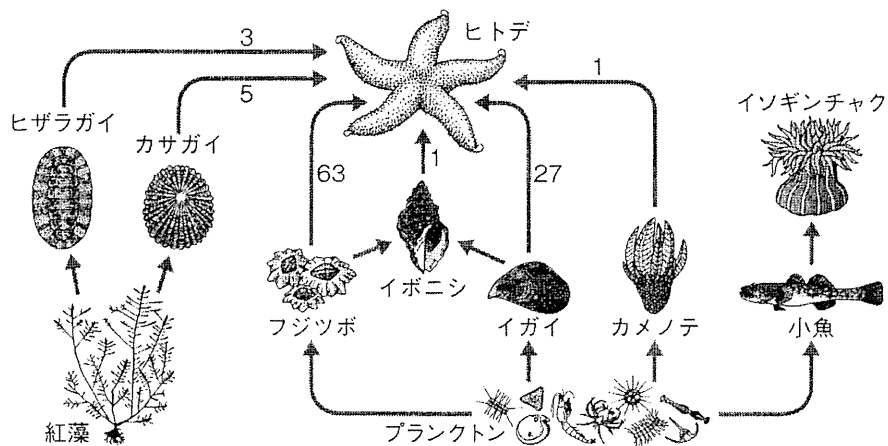


図2 海岸の岩場の生物の食物網

問5 この生態系において、(エ) ヒトデ、(オ) 紅藻、(カ) カサガイがそれぞれ属する栄養段階はどれか。最も適当なものを、次の①～③のうちからそれぞれ一つずつ選び、番号で答えよ。

- ① 生産者 ② 一次消費者 ③ 高次消費者

問 6 この生態系の中に適当な広さの実験区を設定し，そこからヒトデを完全に除去したところ，その後約1年の間に生物群の構成が大きく変化した。岩場では，イガイとフジツボが著しく数を増し優占種となった。カメノテとイボニシは常に散在していたが，イソギンチャクと紅藻は増えたイガイやフジツボに生活空間を奪われて，ほとんど姿を消した。その後，食物を失ったヒザラガイやカサガイもいなくなり，生物群の単純化が進んだ。

一方，ヒトデを除去しなかった対照区では，このような変化は見られなかった。この野外実験から得られる推論として，**適当でないものはどれか**。次の①～⑤のうちから**二つ選び**，番号で答えよ。

- ① ヒザラガイとカサガイが消滅したのは，食物をめぐる両種間に競争が起こったためである。
- ② イガイとフジツボが増えたのは，おもに両種に集中していたヒトデの捕食がなくなったためである。
- ③ 異なる種の間競争は，異なる栄養段階に属する生物の間でも起こりうる。
- ④ 上位捕食者の除去は，被食者でない生物群にも間接的に大きな影響を及ぼしうる。
- ⑤ 上位捕食者の存在は，生物群構成の単純化をもたらしている。

第4問 次の図1は、真核生物が行う呼吸の三つの過程を示している。下の問い(問1~6)に答えよ。

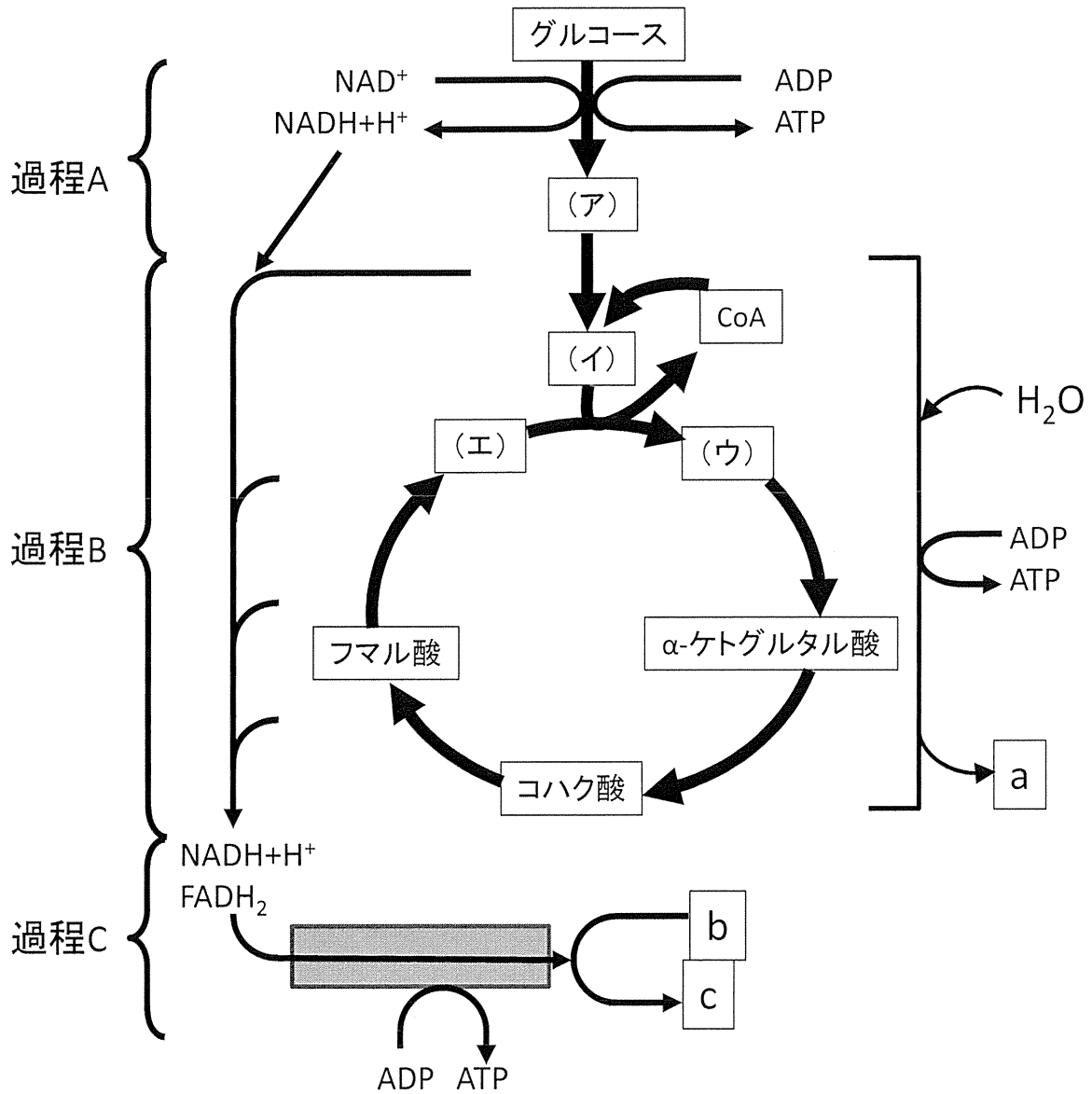


図1 真核生物が行う呼吸の三つの過程 (模式図)

注：図では物質の移動について示されていて、量的関係については示されていない。

問 1 A, B, C の過程はそれぞれ細胞内のどこで進行するか。それぞれ答えよ。

問 2 a ~ c の物質は何か。化学式で答えよ。

問 3 (ア) ~ (エ) は、グルコースが分解される過程でできる代表的な物質を表している。それぞれに該当する物質を、次の① ~ ⑦のうちからそれぞれ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------|---------|----------|
| ① アセチル CoA | ② クエン酸 | ③ オキサロ酢酸 |
| ④ アセトアルデヒド | ⑤ ピルビン酸 | ⑥ グリセリン |
| ⑦ クレアチンリン酸 | | |

問 4 A, B, C の過程のうち、1 分子のグルコースが使われた場合に最も多くの ATP が作られるのはどの過程か。記号で答えよ。

問 5 A, B, C の過程のうちで、酸素がないと停止する反応はどの過程か。記号ですべて答えよ。

問 6 酸素の供給が不足した場合、筋肉細胞では (ア) の物質が (イ) に変化せず、別の物質 (オ) に変化する。この物質 (オ) は何か、答えよ。また、この (ア) から (オ) への反応は酸化か、それとも還元か。どちらか答えよ。

第5問 次の発生に関する文章（A・B）を読み，下の問い（問1～5）に答えよ。

A 多細胞生物の真核生物において，分化の現象は成体においてよりむしろ個体発生の過程で大規模に観察される。この分化は，細胞固有のタンパク質合成の誘導とア決定という過程がきわめて重要である。

決定がどのように起こるか調べると，一つはイ卵割における決定関連物質の不均等配分による場合である。もう一つは誘導現象のように，細胞や細胞集団間の相互作用により決定される場合である。この両方の機構の軽重をともなった組合せが生物個体の発生を進行させていく。決定物質の特定領域への配分という考え方はモザイク的発生※となじみやすく，ウカエルのような両生類の胚でもモザイク的発生が起こることを示す実験が1888年に，ルーによって報告された。しかし，それから間もなくウニ卵を使って調節卵の存在が報告され，エ両生類の卵でも2細胞期のような発生初期には調節的発生を行うことが確認された。

この調節的発生の研究のなかで，受精卵に新たに生ずる特別な場所（灰色三日月環，図1）の役割が注目されるようになり，誘導による決定の概念が生まれた。

※モザイク的発生：卵割の早い時期に胚の各割球の運命が決まっているような発生のことをいい，このような卵をモザイク卵という。これに対し，割球の配置を変えたり，分離したり，細胞質の一部を切り取っても完全な胚を生じる卵を調節卵といい，このような発生を調節的発生という。

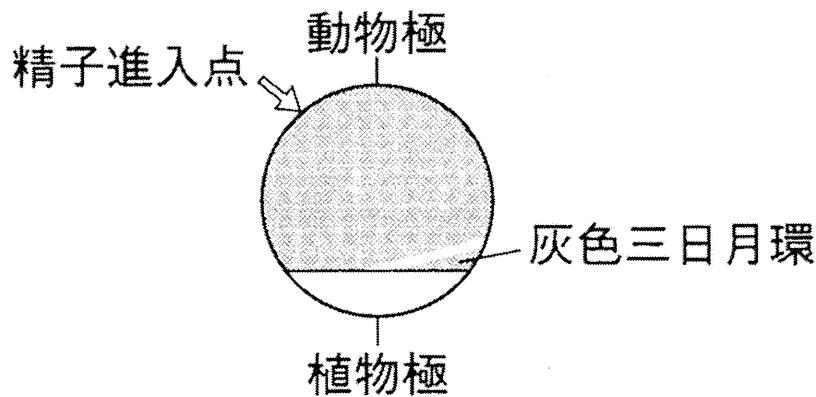


図1 灰色三日月環（模式図）

問1 下線部アで示されている決定が進行するにつれて，胚の調節能は一般的にどのようなになると考えられるか。25字以内で答えよ。

問2 下線部イの卵割の特徴の説明として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 卵割は必ず胚全体に及ぶ。
- ② 卵割が進行すると割球はしだいに小さくなる。
- ③ 分裂のたび、胚の大きさも大きくなる。
- ④ 受精時に減数分裂をともなう。
- ⑤ 細胞分裂ではなく、細胞質が細かく分裂する現象である。

問3 ルーの実験（下線部ウ）は、熱した針で2細胞期の胚の片方の割球を破壊し、その後の胚の発生を観察したところ、破壊をまぬがれた片方が半分の神経胚（半胚）を形成したという内容だった（図2）。次の問い（a・b）に答えよ。

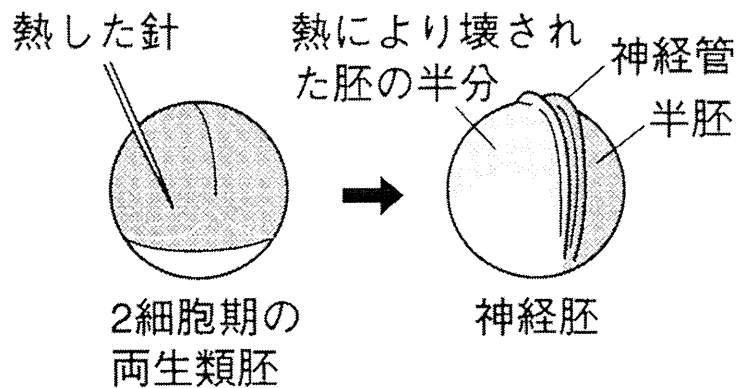


図2 ルーの実験（模式図）

a この実験で、もし調節卵としての性質が現れるとすれば、神経胚以降の発生はどのようにになると考えられるか。次の文中の空欄に当てはまる語句を10字以内で答えよ。

半胚は、普通の半分ほどの大きさではあるが、にまで発生する。

b 下線部ウの実験結果は、結局どのように解釈されるべきか。その後に行われた下線部エの実験結果をふまえて結論とされる内容として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① 両生類の卵は、この時期にはモザイク卵としての特性のみを示す。
- ② 両生類の卵は、この時期には調節卵としての特性のみを示す。
- ③ 熱損傷がとなりの割球にもおよび、そのため完全な胚を形成できなかった。
- ④ 熱損傷した割球を切り離さなかったため、それとの接触が調節卵としての発生を妨げてしまった。

B 上の文章 A の下線部エの実験として有名なものに、スーパーマンが行った 2 細胞期の両生類胚を分離した実験がある。この実験では、第一卵割面で 2 つの割球に分離したとき、それぞれの割球が灰色三日月環を含む場合は、完全な幼生が発生してくることが確認された。しかし、第一卵割面で 2 つの割球に分離しても、異常卵割によって生じた灰色三日月環を含まない割球では、胚としての特徴をもたない細胞の塊となり、灰色三日月環を含む割球だけが正常な胚を形成することがわかった。

問 4 灰色三日月環は、初期原腸胚のどの部分に相当するか。その名称を答えよ。

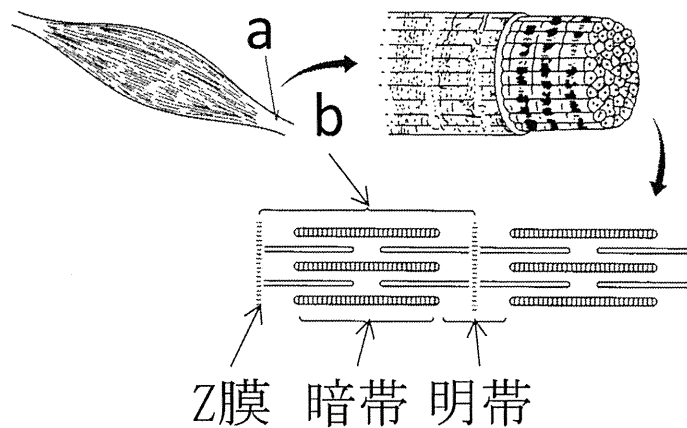
問 5 2 細胞期に分離された各割球が、幼生にまで発生するための条件を示した文である。空欄に当てはまる語を答えよ。

どちらの割球も を含むこと。

第6問 筋肉のはたらきに関する次の文章を読み、下の問い(問1~4)に答えよ。

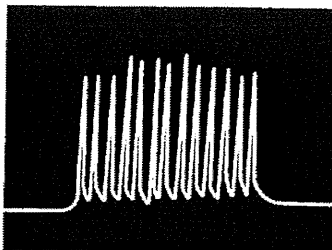
骨格筋は、筋繊維とよばれる多核の筋細胞からなり、その細胞質には多数の筋原繊維が存在する。筋原繊維を顕微鏡で観察すると、明るく見える明帯と暗く見える暗帯が交互に連なっており、明帯の中央はZ膜で仕切られている。このZ膜とZ膜の間を(下図のbの部分)という。筋原繊維は2種類のフィラメントが規則正しく重なり合った構造をしており、それぞれ多数つながったものである。

問1 次の筋肉に関する図のa・bに当てはまる構造の名称をそれぞれ答えよ。

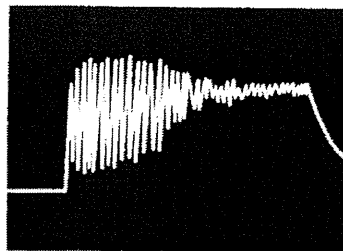


問2 骨格筋を構成する筋肉の名称と心臓以外の内臓を構成する筋肉の名称を、それぞれ答えよ。

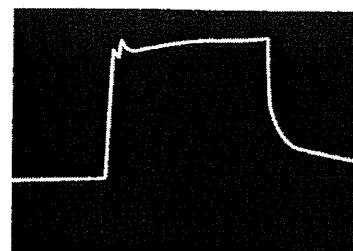
問3 次の図はキモグラフ(筋肉の収縮の様子を調べる装置、横軸は時間、縦軸は筋肉の収縮の幅を示している)における、筋収縮の記録である。それぞれの筋収縮の名称を答えよ。



(ア)



(イ)



(ウ)

問 4 筋肉が弛緩^{しかん}しているとき、アクチンフィラメントにはトロポニンとトロポミオシンの複合体が巻きつき、アクチンのミオシン頭部結合部位が覆われている。従ってミオシン頭部とアクチンが結合できず、筋収縮できない状態となっている。

筋肉に興奮が伝達されると、筋細胞の細胞膜を經由してその興奮が筋小胞体に伝えられ、筋収縮が起こる。この時の、カルシウムイオン(Ca^{2+})、トロポニン、トロポミオシンのはたらきについて説明せよ。