

平成 28 年度 個別学力試験 問題

理 科

(医 学 科)

解答時間 120 分

配 点 100 点

科 目	ペー ジ
物 理	1 ページ～ 8 ページ
化 学	9 ページ～13 ページ
生 物	14 ページ～20 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答しなさい。

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子及び解答冊子の中を見てはいけません。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入しなさい。
ただし、表紙には受験番号も必ず記入しなさい。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入しなさい。正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
4. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページを上記の表に基づいて確認しなさい。
5. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の指定された解答欄に記入しなさい。
6. 解答冊子のどのページも切り離してはいけません。
7. 下書きは問題冊子の余白部分を使用しなさい。
8. 試験時間中に問題冊子及び解答冊子の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等に気がついたら場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
9. 解答冊子はすべて持ち帰ってはいけません。
10. 問題冊子は持ち帰ってもかまいません。

生 物

1. 生物は全部で4問題あり、合計7ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ合計4ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入しなさい。

1 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

におい(臭い, 匂い)は私たちの生活にさまざまな影響を与えている。ヒトは1万種類以上のにおいをかぎ分けるといわれるし、イヌはヒトよりも嗅覚が鋭敏なため、警察犬として利用されている。味覚の基本味は5種類とされ、嗅覚よりはるかに少ない。様々な感覚の中でも嗅覚は長い間謎とされており、^(a)においの正体も粒子説や波動説など様々な考えがあった。嗅細胞はそれ自体が神経細胞であること、^(b)嗅細胞を様々なにおい物質に反応させる実験から、^(c)特定のにおい物質に反応して興奮することがわかっていた。1990年代にAxelとBuckは嗅覚に関係する、類似した1000種類ほどの遺伝子からなる大きなグループ(遺伝子ファミリー)がゲノム内に存在することを発見した。これらの遺伝子は嗅細胞で発現するが、1つの嗅細胞で発現する種類は1ないしごく少数であること、^(d)遺伝子から翻訳されたタンパク質はにおい物質の受容体となっていること、1種類の受容体に結合できるにおい分子の種類はごく少数であることなどが明らかにされた。またヒトではこの遺伝子ファミリーのうち実際に機能するのは約400種類で、^(e)イヌやマウスよりはるかに少なく、^(f)残りは機能を失っていることがわかっている。

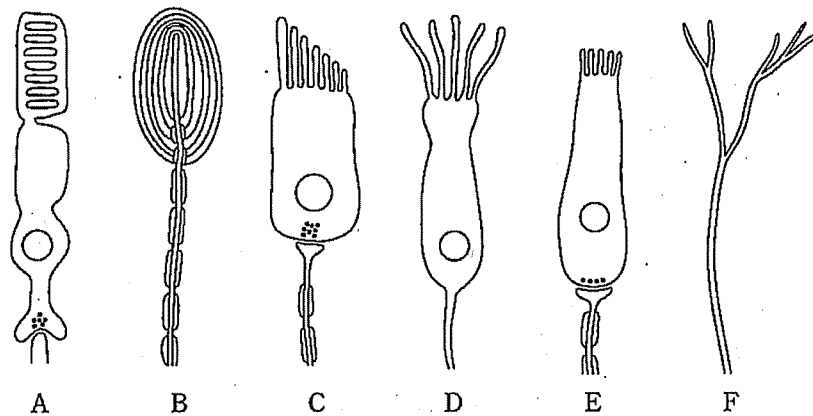


図1 様々な感覚細胞の模式図

黒い点は神経伝達物質を示す。

佐藤真彦(1996)「脳・神経と行動」(岩波書店)の図を改変

問 1 下線部(a)：5 種類の基本味をあげなさい。

問 2 下線部(b)：図 1 の模式図で示した感覚細胞のうち嗅細胞は A～F のうちのどれか，記号で答えなさい。

問 3 下線部(c)：単離した嗅細胞が興奮することはどのような方法で確認できるか，60 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 4 下線部(d)：嗅細胞で，におい物質の受容体が存在する部位はどこか，説明しなさい。図を用いて説明してもよい。

問 5 下線部(e)：約 400 種類の遺伝子しか関与しないのに，なぜ 1 万種類以上のにおいをかぎわけられるのか，60 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 6 下線部(f)：ヒトがイヌやマウスよりもはるかに少ない種類の遺伝子ですむのはなぜか，100 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

2 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

被子植物の葉の裏側の表皮をはぎとってスライドグラスにのせ、水を一滴置いてカバーグラスをかけ、顕微鏡で観察すると多くの気孔^(a)がみられる。気孔を囲んでいる孔辺細胞は他の細胞と比べて特徴的な形をしている。また表皮細胞には一般に葉緑体はないが、孔辺細胞には葉緑体がある^(b)。気孔は一般に日中に開く^(c)ので、光に反応していることは明らかで、19世紀末から知られていた。光合成を活発にさせる強い光の場合、赤色光も青色光も気孔の開口に有効だが、青色光は光合成ができない程度の弱光でも気孔の開口に有効であることがわかった。最近の研究によって、青色光が照射されると、それを受容するタンパク質からシグナルが伝えられ、孔辺細胞の細胞膜のH⁺ポンプが活性化し、ATPの分解エネルギーを利用してH⁺を細胞外へ能動輸送するので過分極^{注)}が起こり、それに反応して同じく細胞膜にあるK⁺チャネルが開き、孔辺細胞内にK⁺が流入して蓄積するとされている。また気孔は光だけでなく、他の複数の要因によっても^(d)調節されており^(e)気孔が閉じるときには植物ホルモンが関与する^(f)。

注) 細胞外に比べて細胞内の電位が通常よりも負になる状態。

問 1 下線部(a)：気孔の働きをあげなさい。

問 2 下線部(b)：一般の植物の葉では葉緑体はどの組織に含まれるか、あげなさい。

問 3 下線部(c)：逆に夜間に気孔を開き、昼間は閉じている植物は何とよばれるか、またその植物の光合成にはどのような特徴があるか、100字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 4 下線部(d)：なぜK⁺の蓄積が気孔を開かせることになるのか、80字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 5 下線部(e)：他の要因にはどのようなものがあるか、あげなさい。

問 6 下線部(f)：この植物ホルモンの名称は何か、また気孔を閉じる以外に知られているこの植物ホルモンの作用は何か、あげなさい。

3 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

始原生殖細胞は個体発生の初期に分化し、発生中の卵巣に入ると(ア)細胞になる。(ア)細胞は(イ)分裂を繰り返して数を増やし、栄養分や様々なはたらきをするタンパク質、mRNAなど発生に必要な物質を蓄えて大きく成長して(ウ)細胞になる。(ウ)細胞は(エ)分裂の第一分裂で不均等な分裂を行い、大きな(オ)細胞と小さな第一(カ)になる。(エ)分裂の第二分裂でも不均等な分裂を行い、大きな卵と小さな第二(カ)になる。(カ)は後に消失してしまう。

卵の形は動物の種類によって異なるが、ショウジョウバエの卵は約0.5 mmの前後に長い楕円形である。前端の方がやや細く、背側前端に1対の糸状突起があるため、外形で前後を見分けることができる。卵形成の過程で卵の中に蓄えられた物質は、一様に分布しているものもあるが、偏りがみられるものもあり、ピコイド遺伝子から転写されたピコイド mRNA は卵の前端に局在している。受精後に翻訳がはじまると、ピコイドタンパク質は胚の前端でしか合成されないが、拡散により胚の後方へひろがっていく。卵割の進行により細胞が増殖し、やがて胞胚のころになると様々な遺伝子の発現がはじまり、ピコイドタンパク質は前後軸に沿った形態形成に大きな役割をはたす。

問 1 空欄(ア)～(カ)にあてはまる語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)のようになるのはなぜか。ショウジョウバエなど昆虫の初期発生の特徴に関連付けて、60字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 3 ピコイド mRNA と下線部(b)の転写でつくられる mRNA は由来に違いがある。どのように違うのか、60字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 4 下線部(c):ピコイドタンパク質はどのようにして前後軸に沿った形態形成に関わるのか、100字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

4 次の文章を読んで、あとの問いに答えなさい。

酸素を全身の組織に供給するために心臓は常に拍動しているが、組織に必要な酸素の量は個体の活動によって変化し一定ではないので、拍動数を調節する必要がある。運動などで酸素の消費が増えると、血液中の(ア)濃度の上昇を(イ)にある心臓拍動中枢が感じとる。これを自律神経が心臓に伝えて拍動数を上昇させることによって血流量を増やし、酸素の供給を増やしている。

レーウィはカエルの心臓を使って実験を行い、自律神経が心臓の拍動を調節する仕組みを調べた。図4はレーウィの実験を一部改変したものである。2匹のカエルから取り出した心臓Aと心臓Bの大動脈と大静脈に、ガラス管とピーカーをつないである。心臓Aの大静脈につながっているピーカーからリンガー液を流すと、リンガー液は心臓Aを通ったあと心臓Bに流れて大動脈から出てくる。^(a)心臓から伸びている血管は大動脈と大静脈の他に(ウ)と(エ)があるが、液が漏れないように糸で縛ってある。取り出したあとも心臓は一定のリズムで拍動を続けている。^(b)心臓には交感神経と副交感神経がつながっている。^(c)これらの神経に電気刺激を加えて心臓の拍動を観察した。^(d)電気刺激をした神経と直接つながっていない心臓の拍動に変化がみられることもあった。^(e)

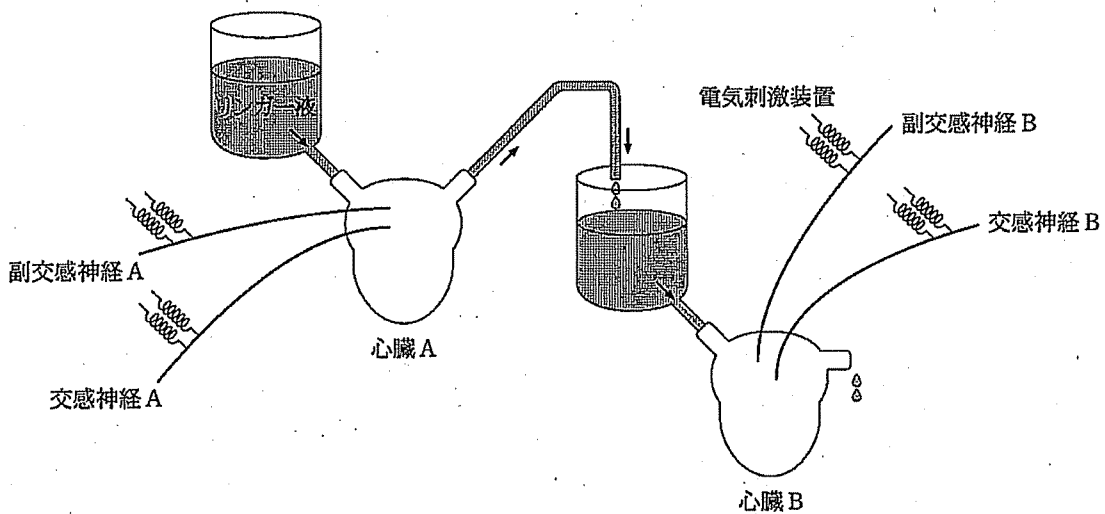


図4 カエルの心臓を使った実験

問 1 空欄(ア)~(エ)にあてはまる語句を答えなさい。

問 2 下線部(a)：水ではなくリンガー液を使用するのはなぜか，30字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 3 下線部(b)：心臓が一定のリズムで拍動を続けるのはなぜか，20字以内(句読点を含む)で説明しなさい。

問 4 下線部(c)：交感神経，副交感神経をそれぞれ刺激したときに分泌される神経伝達物質の名称を答えなさい。

問 5 下線部(d)：交感神経 A，交感神経 B，副交感神経 A，副交感神経 B をそれぞれ電気刺激したとき，心臓 A と心臓 B の拍動はどのようになるか，説明しなさい。

問 6 下線部(e)：このとき 2 つの心臓の変化はどのようにして起こるのか，100 字以内(句読点を含む)で説明しなさい。