

本科2期9月度

解答

Z会東大進学教室

東大生物

東大・医学部・難関大生物



14章 動物の反応①

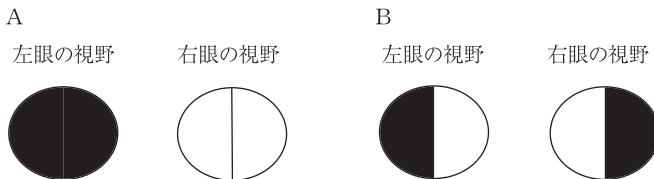
問題

■演習

【1】

解答

- A 問1 (ア) - 虹彩 (イ) - 網膜 (ウ) - ガラス体
問2 チン小帯が緊張して水晶体は引っ張られ薄くなる。(23字)
問3 視神經纖維が束になって網膜を貫いている。(20字)
問4 (下図)



- B 問5 1-c 2-a 3-e 4-g 5-i
X - 基底 Y - 覆い
問6 ア - 半規管 イ - 前庭 ウ - エウスタキオ管 (耳管)
開口: 鼻の奥(上咽頭)
問7 鼓膜, 耳小骨
問8 基底膜は基部から奥へ行くに従い幅が広くなる。音波の振動数の違いで異なる幅の基底膜が振動することで、音の高低を感じている。
問9 b, e
問10 外耳か中耳に異常があり、内耳に音波を伝えられない。

解説

A

問1 角膜は眼の最も外側にあり、水晶体や虹彩を保護している。角膜と水晶体の間には房水という栄養分に富む体液があり、血管のない角膜や水晶体に栄養を与えていた。虹彩は瞳孔の大きさを変えるはたらきがある。眼の色は虹彩に含まれる色素による。ガラス体はほぼ水分からなるゲル状の組織で、眼球の形の維持などにはたらく。

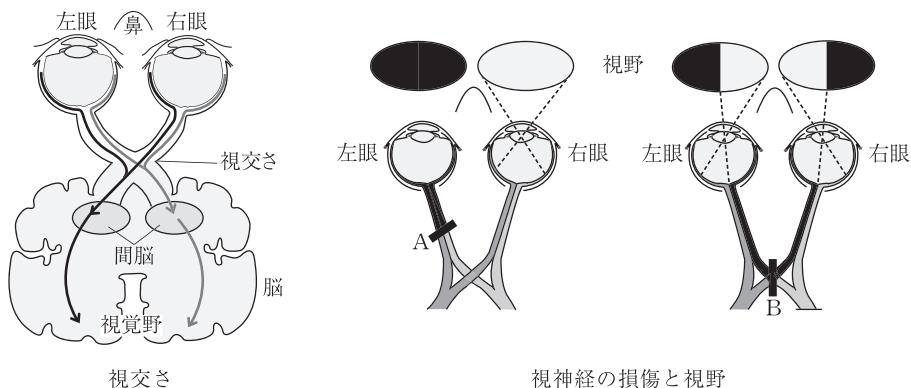
問2 ヒトの眼は、水晶体の厚さを変えることで遠近調節を行っている。

{ 遠くを見るとき : 毛様筋が弛緩 → 毛様体が後退 → チン小帯が緊張
→ 水晶体が薄くなる → 焦点距離が長くなり、像は小さくなる
近くを見るとき : 毛様筋が収縮 → 毛様体が前進 → チン小帯が弛緩
→ 水晶体が厚くなる → 焦点距離が短くなり、像は大きくなる

問3 視神経纖維は束となって網膜を貫き、脳へ通じている。そのため、網膜でもこの部分には視細胞がなく、盲斑という。

問4 左右の眼の網膜から出た視神経が交わる部位を視交さという。左右の眼の内側の網膜から出た視神経は、間脳の直前にある視交さで交さして、反対側の大脳に興奮を伝える。左右の眼の網膜の左側には、視野の右側から入った光が像を結び、大脳の左半球の視覚野に興奮が伝えられる。左右の眼の網膜の右側には、視野の左側から入った光が像を結び、大脳の右半球の視覚野に興奮が伝えられる。

A, B の位置で損傷が起こると、視野は次のようになる。



B

問5 魚類には側線という器官が体の側部にあり、水圧や水流、振動の他、温度やイオンなどを感知している。

問6 エウスタキオ管はのど(喉頭)というよりも、鼻の奥(上咽頭、咽頭鼻部)に開口部がある。

問7 気体の振動を液体の振動に変換するために、鼓膜と耳小骨がある。耳小骨の1つであるあぶみ骨はうずまき管にある卵円窓という膜と接している。あぶみ骨の振動が卵円窓を振動させることで、リンパ液が振動する。

問8 音の高低(振動数の違い)は、振動する基底膜の位置が異なることで感知する。

問9 耳小骨はつち骨、きぬた骨、あぶみ骨の3つからなり、てこの原理によって鼓膜の振動を增幅している。

問10 骨の振動(骨伝導)によって音を感じることから、内耳ではなく中耳あるいは外耳に問題があると考えられる。これらの部分に問題があり難聴となることを、伝音難聴という。外耳に異物がつまっていたり、鼓膜に穴が開いていたり、中耳に膿がたまっている場合に起こる。

【2】

解答

問1 (a) - 単収縮 (れん縮) (b) - 不完全強縮 (c) - 完全強縮 (強縮)

問2 坐骨神経は閾値の異なる多数の神経纖維から構成されている。そのため、電気刺激の強さによって、興奮する神経纖維の数が変わる。筋肉も閾値の異なる多数の筋纖維から構成されているため、筋肉に伝わる興奮の大きさによって、収縮する筋纖維の数が変わることから。

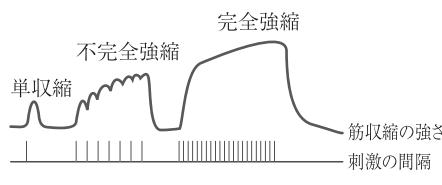
問3 ア - 軸索 イ - 活動電位 (興奮も可) ウ - 筋小胞体 エ - カルシウム
オ - アクチン カ - ミオシン

問4 (i) [c]

(ii) 単収縮の収縮期にかかる時間は 50 ミリ秒である。よって、 $1 \text{ 秒} \div 50 \text{ ミリ秒} = 20$ より 20Hz 以上になれば、収縮期が終わる前に次の収縮がくるため完全強縮になる。

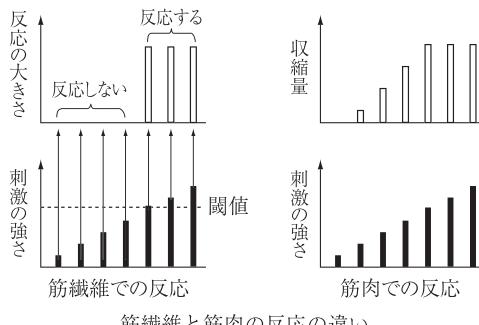
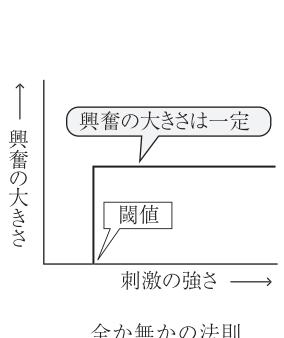
解説

問1 閾値以上の刺激が1回与えられれば、その1回の刺激に対して筋肉は1回収縮する。これを単収縮という。筋肉が弛緩しきる前に次の刺激が与えられれば、連続した大きな収縮となる。これを、強縮という。このように、収縮が融合することを収縮の加重という。



刺激の間隔と筋収縮

問2 神經纖維も筋纖維も、それぞれ閾値は異なる。刺激を強くすることで興奮する神經纖維の数が多くなるほど、筋肉に興奮を伝達する神經纖維が増えるので、収縮する筋纖維も増える。



問3 筋肉は、刺激を受けてすぐに収縮するのではなく、潜伏期(この問題では 20 ミリ秒ほど)を経て収縮する。運動神経の末端部には髓鞘がなく、枝分かれした構造となっている。神経の末端と筋繊維の表面は 50nm ほどの距離があり、ここに神経末端から神経伝達物質が放出される。骨格筋の筋繊維にある受容体は、運動神経から分泌されたアセチルコリンと結合すると、 Na^+ を細胞内へ流入させる。これにより、筋繊維は脱分極する。これを興奮性シナプス後電位という。この活動電位は細胞膜を伝わっていき、T 管(細胞膜が細くなり筋繊維内に入り込んだ構造をしている)から筋小胞体へと伝わる。筋小胞体からは Ca^{2+} が放出され、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの相互作用を抑制していたトロポミオシンが移動する。これにより、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが結合できるようになり、収縮が起こる。

問4 図2より、収縮期は 50 ミリ秒であるので、この間に次の収縮がくる間隔であれば完全強縮となる。

【3】

解答

A 問1 (a)：明帯 (b)：暗帯 長さが変化しないもの：(c)

問2 (a)

問3 (a)：(B) (b)：(A)

問4 (c)

問5 (d)

問6 アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの長さは変化しないが、筋肉が収縮すると筋纖維の長さは短くなる。これは収縮時にこれら2種類のフィラメントの接している部分が増加することを示す。さらに図4より筋纖維の長さが長くなると収縮時に発生する力が小さくなることがわかる。このことからミオシンフィラメントが隣接するアクチンフィラメントに結合して引き寄せることで、筋肉の収縮が起こっていると考えられる。(196字)

問7 陽イオン：カルシウムイオン

構造体の名称：筋小胞体

問8 クレアチニンリン酸

B 問9 $0.58\mu\text{mol}$

解説

A

問1 基本事項。(a)の明帯にはアクチンフィラメントが、(b)の暗帯にはミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが存在する。筋収縮はアクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込むことで起こるので、暗帯の幅は変わらない。

問2 筋収縮の単位であるサルコメアは、Z膜によって仕切られている。

問3 (a)は明帯で、細いアクチンフィラメントのみが存在する。(b)は暗帯の、太いミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが存在する部分である。

問4 筋収縮は、太いミオシンフィラメントの間に細いアクチンフィラメントが滑り込むことで起こる。

問5 筋纖維が短いときには、アクチンフィラメントがミオシンフィラメントに結合している部分が多いので、ミオシンフィラメントのたぐり寄せる力が大きくなる。よって筋纖維が長いと発生する力が小さくなる。

問6 筋纖維を引き伸ばしてもアクチンフィラメントとミオシンフィラメントの長さが変化していない。さらに図2より暗帯にはアクチンフィラメントとミオシンフィラメントが存在することから、筋肉が収縮するとアクチンフィラメントとミオシンフィラメントの接する部分が多くなることがわかる。図4より、その場合には収縮時に発生する力が大きいので、隣接するミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが結合して筋収縮の力を生み出していると考えられる。

問7 筋小胞体にあるカルシウムイオンが放出されることで、アクチンフィラメントとミオシンヘッドが結合して架橋が形成され、筋収縮が起こる。

問8 筋肉中にあるクレアチニン酸のもつリン酸が、ADPに渡されることで連続した筋収縮が可能になる。

B

問9 ATPは収縮の前後で、 $1.25 - 0.81 = 0.44 \mu\text{mol/g}$ 減少している。しかしADPは $0.94 - 0.64 = 0.3 \mu\text{mol/g}$ しか増加していない。それはこのとき、 $\text{ATP} + \text{AMP} \rightleftharpoons 2\text{ADP}$ の反応が起こったためである。AMPが $0.24 - 0.10 = 0.14 \mu\text{mol/g}$ 増加しているのは、この反応による。よって、ATPも $0.14 \mu\text{mol/g}$ 合成されている。これより、実際に消費されたATPは $0.44 + 0.14 = 0.58 \mu\text{mol/g}$ となる。

なお、ADPは $2 \times 0.14 = 0.28 \mu\text{mol/g}$ 減少しているので、実際に合成されたADPは $0.3 + 0.28 = 0.58 \mu\text{mol/g}$ となり、消費されたATP量と等しくなる。

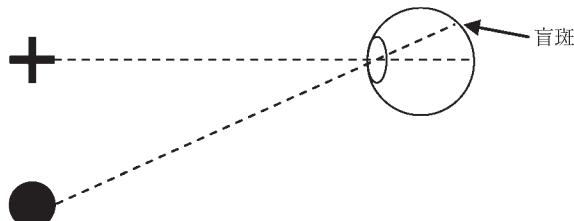
添削課題

解答

- 問1 右眼に入る光の量と左眼に入る光の量が同じになる(23字)
- 問2 視細胞のない盲斑部分に丸の像が映ったから。(21字)
- 問3 片眼を閉じたときに視覚障害があれば大脳の損傷、視覚障害がなくなれば眼球の損傷によるものである。(47字)
- 問4 (1) (エ)
(2) 音源から右耳に音波が到達するまでの距離と、左耳に音波が到達するまでの距離は、
 $5\sin 30^\circ$ より 2.5cm 異なる。
2.5cm を 340m/秒で進むので、 $2.5 \times 10^{-2} \div 340 = 7.35 \times 10^{-5}$ (秒) = 0.0735(ミリ秒)

解説

- 問1 光の量について左眼が多く右眼が少ないときは左へ、反対に左眼が少なく右眼が多いときは右へ曲がった。これは、光が多い方へと移動している。つまり、両眼に入る光の量が同じになるように反応していると考えられる。
- 問2 下図のように、●の像が盲斑部にできたときには●が見えなくなる。ふだん、盲斑があることを意識しないのは、両眼で見ていることと、脳で周囲の映像をもとに見えていない部分を補っているからである。



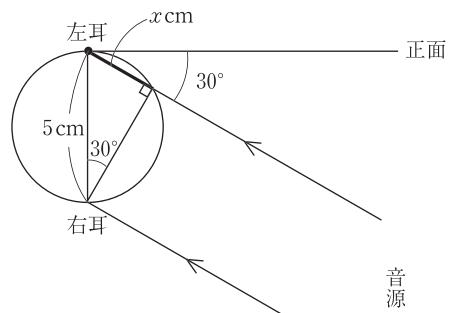
- 問3 右視野にあるものは、右眼の鼻側と左眼の耳側に像が結ばれ、左脳へと情報が伝わる。右眼の鼻側に損傷があった場合、右眼を閉じれば右視野の情報は正常な左眼の耳側からの情報だけとなるので、異常はないはずである。しかし、大脳に損傷がある場合には、左右どちらの眼を閉じても右視野の情報に異常が起こる。
- 問4 (1) 音の強さを 1/10 以下と 1/2 に変えた場合、どちらも左に 10 度ずれている。つまり、左右については音の強さの違いを利用しているのではないことがわかる。一方、上下方向は、音の強さを 1/10 以下に弱くしたときの方が 35 度と大きくずれている。以上をまとめると、音の強さの違いは左右方向ではなく、上下方向の判別にかかわっているとわかる。

(2) 音源から同時に出了音波が、右耳と左耳に到達するまでの距離の違い($x\text{cm}$)は、右のような作図をするとわかる。

$$\sin 30^\circ = x/5$$

が成り立つので、 $x=2.5$

2.5cm を $340\text{m}/\text{秒}$ で進むには、 0.0735 ミリ秒かかる。このわずかな時間差を感じて、音源の方向を聞き分けてい る。



15章 動物の反応②

問題

■演習

【1】

解答

A 問1 (1) ナトリウムポンプ

(2) ナトリウムポンプにはATP分解酵素の活性があり、ATPをADPに分解してエネルギーを得る。このエネルギーを用いて、濃度勾配に逆らってナトリウムイオンを細胞外に輸送し、カリウムイオンを細胞内に輸送する。(100字)

問2 有髄神経纖維の軸索周囲には、絶縁性の髓鞘が巻き付いている。髓鞘にはランビエ絞輪という切れ目があり、興奮はランビエ絞輪を飛び飛びに伝わるため、軸索の伝導速度が速い。(81字)

問3 (1)-(エ) (2)-(オ) (3)-(ウ) (4)-(カ) (5)-(ア)

B 問4 (ア)-中枢 (イ)-末梢 (ウ)-体性 (エ)-自律

(オ)-アセチルコリン (カ)-シナップス (キ)-1.7

(ク)- 3.3×10^2 (ケ)-傾き

問5 運動神経は延髄で交さずするから。(15字)

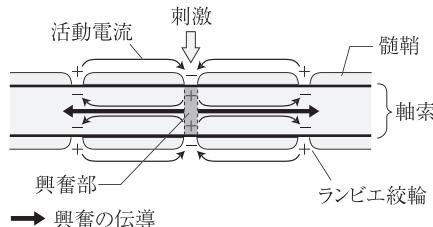
問6 聴覚野:3 視覚野:6

解説

A

問1 ナトリウムポンプは、膜貫通型のタンパク質で、膜電位の発生に重要である。ナトリウムポンプは、ATP 1分子の加水分解によって生じるエネルギーを用いて、3分子の Na^+ を細胞外へ、2分子の K^+ を細胞内へと濃度勾配に逆らって輸送する。

問2 周囲に髓鞘をもつ神経纖維を、有髄神経纖維という。活動電流が流れるには、細胞膜を介した Na^+ と K^+ の移動が必要であるが、髓鞘のある部分ではこれらのイオンの出入りが起こりづらい。そのため、髓鞘の切れ目であるランビエ絞輪の部分でイオンの出入りが起こることになるので、興奮は飛び飛びに伝わることになる。



問3 脳の各部位は、それぞれ次のような反応の中枢である。

大脳		感覚、随意運動、記憶・思考・判断などの中枢
小脳		平衡覚の中枢、筋肉運動の協調中枢
脳幹	間脳	視床、視床下部を含み、視床下部は自律神経系、内分泌系の統合的な中枢である。
	中脳	姿勢保持、眼球運動、中脳反射の中枢
	延髄	飲み込み運動、心臓の拍動、呼吸運動、延髄反射の中枢

B

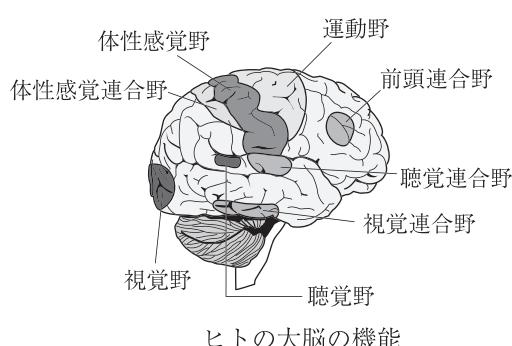
問4 (キ) $3.0 \times 10^{-10} \text{m} : 1.0 \times 10^{-2} \text{m} = 5.0 \times 10^{-8} \text{m} : x \quad \therefore x = 1.7 \text{m}$

(ク) $3.0 \times 10^{-10} \text{m} : 1.0 \times 10^{-2} \text{m} = 1.0 \times 10^{-5} \text{m} : y \quad \therefore y = 3.3 \times 10^2 \text{m}$

つまり、神経伝達物質の直径を 1cm にすると、シナプス間隙はヒトの身長(170cm)ほどである。伝達の方が伝導よりも時間がかかるることは、この数字から実感できるであろう。

問5 脳から骨格筋へと向かう運動神経は、延髄の部分で交さする。よって、右脳から出た運動神経は左側の筋肉を支配し、左脳から出た運動神経は右側の筋肉を支配している。また、感覚神経も延髄で交さして、大脳へ入る。(しかし、すべての神経が交さするわけではない。)

問6 問題の図では、小脳が左側にあるので、右側が顔のある方向である。



【2】

解答

問1 アー細胞体 イー樹状突起 ウー軸索 エー髓鞘 オーランビエ絞輪
カー跳躍 キー静止電位 クーシナップス ケーシナップス小胞 コー受容体

問2 細胞体で発生した活動電位は、興奮部から静止部へと活動電流が流れることで移動する。

そして、一度興奮した部位はしばらく興奮しない不応期となる。よって、活動電位は逆戻りしないので一方向性を保って伝達される。

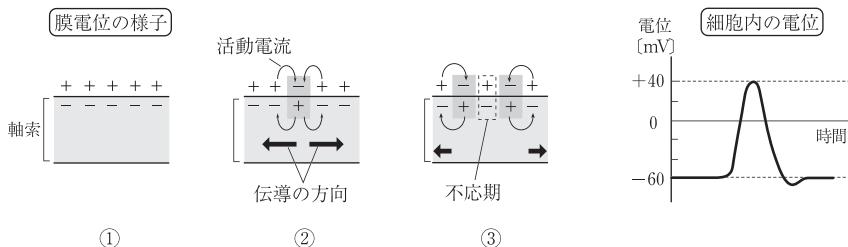
問3 (a)−(く) (b)−(あ) (c)−(く) (d)−(か)

問4 (e)−(こ) (f)−(ぞ) (g)−(せ) (h)−(け) (i)−(ぞ) (j)−(せ)

解説

問1 基本事項である。

問2 活動電位が発生するのは、電位依存性ナトリウムチャネルが開くことによる。電位依存性ナトリウムチャネルは、①閉じてはいるが不活性ではない状態、②開いている状態、③閉じておりさらに不活性な状態の3つの状態をとる。静止状態のときは、①の状態になっており Na^+ を透過させないが、膜電位に変化が起こるとそれに対応して②の状態となる。②の状態となった後、①ではなく③の状態になる。このときは膜電位の変化に対応して開くことができない。よって、一度脱分極した後は不応期と呼ばれ、 Na^+ の透過が起こらないため、活動電流が逆流することはない。



- 問3 (a) : Na^+ の細胞外濃度は 0.150mol/L 、細胞内濃度は 0.005mol/L と大きく異なる。そのため、電位依存性ナトリウムチャネルが開くと受動輸送によって Na^+ が流入し、脱分極する。その濃度差がなければ Na^+ は流入しないので脱分極は起こらない。しかし、電位依存性カリウムチャネルは開き、 K^+ の流出は起こるので、過分極する。
 (b) : K^+ の細胞外濃度は 0.003mol/L 、細胞内濃度は 0.140mol/L である。もともと細胞外の K^+ 濃度は低いので、活動電位の発生に大きな影響はない。
 (c) : Na^+ が透過しないのだから、(a)と同じ状態である。なお、フグ毒として有名なテロドトキシンは、電位依存性ナトリウムチャネルにのみ結合するので、電位依存性カリウムチャネルには影響しない。フグの電位依存性ナトリウムチャネルにはテロドトキシンの結合部位がないため、フグは猛毒をもっていても死ぬことはない。
 (d) : 電位依存性カリウムチャネルが開かないで、上昇した細胞膜電位は下がらない。

問4 この問い合わせでは電位変化ではなく、陽イオンの移動について問われている。平衡電位とは異なる膜電位であれば、イオンは濃度勾配に従って移動する。

- (e) : Na^+ , K^+ ともに平衡電位ではないので、イオンの移動は起こる。 Na^+ は内側へ流れるので内向き電流が観察され、少し遅れて K^+ が外側へと流れるので外向き電流が観察される。
- (f) : K^+ の移動のみが起こる。
- (g) : Na^+ の移動のみが起こる。
- (h) : いずれのイオンも透過できない。
- (i) : $+55\text{mV}$ は Na^+ の平衡電位なので、 Na^+ の移動は起こらない。
- (j) : -95mV は K^+ の平衡電位なので、 K^+ の移動は起こらない。

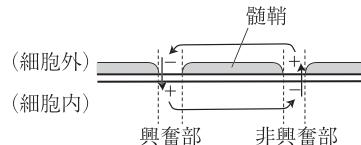
【3】

解答

- 問1 ①
問2 ②, ⑤
問3 ③, ⑦
問4 ②
問5 4
問6 ⑤

解説

- 問1 骨格筋を収縮させるのは運動神経である。
- 問2 静止状態では、細胞内は細胞外に比べて K^+ 濃度が高く Na^+ 濃度が低い。また、細胞内は細胞外に対して負に帯電している。
- 問3 A 群：細胞外では、興奮部は −、非興奮部は + である。電流は + から − へと流れるので、神経纖維に沿った電流は非興奮部から興奮部へと電流が流れる。細胞内では、これと逆向きとなる。
B 群：非興奮部は、細胞内が −、細胞外が + である。よって電流は外向きに流れ、興奮部では反対に内向きに電流が流れる。このように、局所的には回路が生じている。



- 問4 刺激を与えてるのは、多数の神経纖維ではなく一本の神経纖維である。この場合には、全か無かの法則が成り立つ。
- 問5 ランビエ絞輪の部分では、髓鞘がないために弱い刺激であっても、筋収縮が起こると考えられる。図2のグラフをみると、最少刺激電流量が1と低いときが4カ所ある。
- 問6 C1 の部位にある神経纖維が興奮すると細胞外は −、C2 はまだ静止状態ならば細胞外は + である。このとき、C2 → C1 へと電流が流れるので、矢印はイの向きである。興奮が C2 にうつると、電流の向きは逆になるので矢印アの向きである。

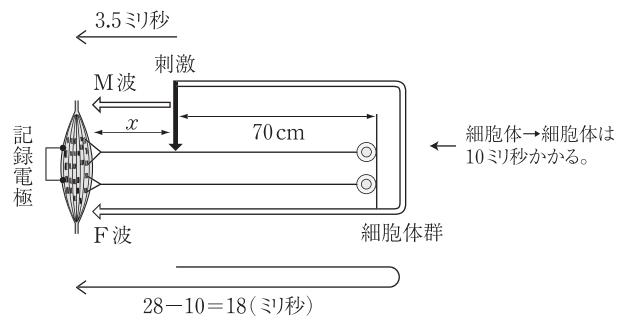
添削課題

解答

- 問1 ア-白質 イ-灰白質 ウ-背根 エ-(脊髄)神経節 オ-腹根
問2 反射弓
問3 感覚神経
問4 アセチルコリン
問5 興奮した直後には不応期があり、すぐには活動電位が発生しない。そのため興奮は逆向きには伝わらないから。
問6 97m/秒
問7 23.9ミリ秒
問8 細胞体群では、隣接する一部の細胞体にのみ興奮が伝わるから。

解説

- 問1 脊髄では、背側から出る神経の束を背根、腹側から出る神経の束を腹根という。感覚神経は背根から出ており、細胞体が集まるところは神経節(脊髄神経節)とよばれ、ふくらんでいる。運動神経や自律神経は腹根から出ている。
問2 受容器→感覚神経→反射中枢→運動神経→効果器という興奮の経路を、反射弓という。反射中枢となるのは、脊髄・延髄・中脳である。
問3 感覚神経は求心性神経で、受容器からの興奮を中枢に伝える。
問4 運動神経は遠心性神経で、中枢から骨格筋へと興奮を伝える。神経伝達物質はアセチルコリンである。
問5 軸索の途中を刺激すると、生じた興奮は軸索末端側と細胞体側と両方に伝わる。一度興奮した部分では、すぐには膜電位が変化しない不応期がある。よって、1本の神経細胞において興奮が折り返してくることはない。
問6 M波とF波が現れるまでの、興奮の伝導経路は次図のようである。刺激部位から神経終末までの距離を $x\text{cm}$ とすると、F波が記録されるまでの伝導距離は、 $(x+70\times 2)\text{ cm}$ である。また、M波が記録されてから 24.5 ミリ秒後に F 波が記録されたので、刺激してから F 波が記録されるまでは $3.5 + 24.5 = 28$ ミリ秒かかっている。細胞体群のところで 10 ミリ秒かかっているので、実際に伝導・伝達にかかった時間は $28 - 10 = 18$ ミリ秒である。そのうち 3.5 ミリ秒は刺激部位から筋収縮が起こるまでの時間(M波と同じ)なので、 $70 \times 2\text{cm}$ の距離を $(18 - 3.5 =)14.5$ ミリ秒で進んだことになる。
よって、 $70 \times 2 \times 10^{-2} / 14.5 \times 10^{-3} \doteq 96.5(\text{m/秒})$



問7 問6の条件よりも、伝導距離が40cm短くなる。よって、 $(40 \times 10^{-2} / 97) \times 10^3 = 4.12(ミリ秒)$ の時間が短くなるので、 $28 - 4.12 = 23.88$ (ミリ秒)

問8 M波とF波の経路の違いから考える。

16章 動物の反応③

問題

■演習

【1】

解答

- 問1 ①-生得的行動 ②-学習行動 ③-走性 ④-反射
⑤-正 ⑥-負 ⑦-流れ走性 ⑧-羽化 ⑨-化学走性
⑩-本能行動
- 問2 (a) 流れに逆らって泳ぐことで流されずに自分の位置を維持でき、上流から流れてくる餌をとることもできる。(48字)
(b) しま模様の移動と同じ時計回りに泳ぐ。(18字)
- 問3 (a) 性フェロモン
(b) 同種の雄を誘引することで、羽化後の交尾行動を促すことができる。(31字)
(c) 長所：特定の種のみ駆除でき、害虫ではない種を殺すことがない。(27字)
短所：特定の種を特定の時期にのみ駆除することしかできない。(26字)
- 問4 (a) ア, エ
(b) かぎ刺激

解説

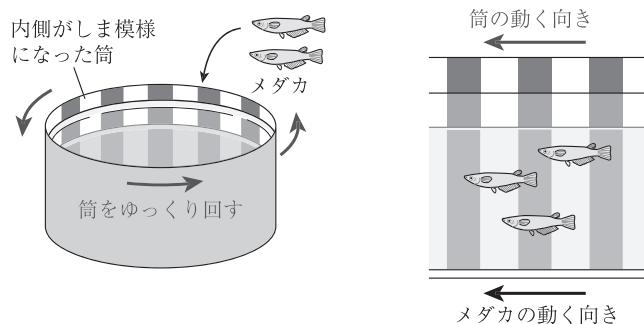
問1 動物の行動は、生得的行動と学習(学習行動)に大別される。

生得的行動…生まれつき備わっており、遺伝的に決まっている定型的な行動。
例)走性、フェロモン、渡り、回遊、帰巣など

学習(学習行動)…生後の経験を経て変化するような行動。
例)条件づけ、慣れ、鋭敏化、試行錯誤など

なお、「ふ化」は卵がかえることで、「羽化」は昆虫が幼虫や蛹から成虫になることである。似た言葉であるので、注意したい。

- 問2 (a) メダカは狭い範囲で生活している。流されないためには、流れに逆らうように泳ぐ方が都合がいい。
(b) しま模様の円筒を時計回りに回すと、メダカはその動きを見て自分が流されていると感じ取るので、位置を維持するために回転と同じ向きに泳ぐ。これを保留走性という。流れ走性と保留走性によって、メダカは水流の中を位置を保って泳いでいる。



問3 オオクジヤクヤママユはガの一種である。性フェロモンは、同種の異性を誘引するため
に分泌される化学物質である。羽化したばかりの雌は、まだ交尾していない。そこで性フェ
ロモンを分泌して雄を誘引し、交尾を促す。

問4 腹部が赤いことが、かぎ刺激である。形がイトヨと同じである必要はない。

【2】

解答

- 問1 ア
問2 刷込み
問3 聴覚や嗅覚によるものではなく、孵化後の特定の期間に動く物体を見ることが必要な要件である。また、物体の形はマガモと同じでも異なっていても関係ない。
問4 イ
問5 エ
問6 試行錯誤
問7 実験1のタイプは生後の特定の時期にしか起こらない行動で、そのとき覚えたものを変更することはない。しかし実験2のタイプは、生後どの時期であっても起こり、行動内容を変更することもできる。また、前者は報酬や罰にかかわらず起こるが、後者は報酬や罰が与えられた方が、成果がやすくなる。(138字)

解説

- 問1 刷込みは生後すぐのある一定の時期に起こる行動で、その時期以降には見られなくなる。イヤエのように孵化後の時間が経過してから発現率が高くなることはない。
- 問2 刷込みは、生得的な行動と学習が合わさった行動である。まず、自分よりも大きな動く物体の後を追うという行動は生得的である。しかし、具体的にどの物体の後を追うのかは、生後に見た物体を覚えることによるので、学習といえる。
- 問3 マガモのはく製(形が同種個体)ではなく、サッカーボールでも後追い行動が見られたことより、単に動く物体の視覚情報があればよい。
- 問4 問3からもわかるように、形は関係なく後追いをする。よって、親鳥であったとしても、後追いする物体を変更することはない。このように、やり直しがきかないところは生得的な行動の特徴といえる。
- 問5 実験の回数が増えるほど、脱出するまでに要する時間が短くなっている。これは、ネコが仕組みを覚えた(学習した)ことで、短時間で(少ない試行回数で)脱出できるようになったからである。
- 問6 正しい行動と誤った行動をくり返すことで、正しい行動を覚えてその行動をとれるようになることを試行錯誤という。
- 問7 2点答えなければならない。1点目は、時期(もしくは行動の変更)について言及すればよい。2点目は、実験2でエサを利用している(行動が正しければ報酬を得られる)ことに注目する。

【3】

解答

- 問1 a) 実験1で、雄は雌が見えても接近しなかった。また、実験2で、視覚を遮断された雄が雌にたどりついたから。(50字)
- b) 実験1で、雄は密閉した雌に接近しなかった。また、実験3と4で、雌がいなくとも雄は反応したから。(47字)
- c) 実験4で、触角を失った雄では、雌の尾部にこすりつけたろ紙を近づけても反応を示さなかったから。(46字)
- 問2 道しるペフェロモン—アリ など
- 問3 雌のカイコガの性フェロモン受容体をもつのは雄のカイコガだけで、雌のカイコガや他の動物にはないから。(49字)
- 問4 ウ)
- 問5 触角によって におい刺激を受容している間は直進行動を行う。やがて、におい刺激を受容しなくなると、ジグザグターン—回転行動を行い、におい刺激を探索する。(74字)
- 問6 生得的行動

解説

ガにおいて雌が雄を誘引する現象は、ファーブル昆虫記にも記されている。20世紀半ばにはその化学物質が同定され、ボンビコールと名付けられた。その後、ボンビコールの受容体はなかなか発見されなかつたが、現在では *BmOR1* という遺伝子 (Z染色体上にある) が受容体遺伝子の1つであることがわかっている。この遺伝子由来のタンパク質は、雄の触角の細胞膜に局在している。

性フェロモンは、婚礼ダンス (Bで扱っている雄の行動) を引き起こすためのかぎ刺激である。この行動は中枢神経系にプログラムされていることがわかっている。カイコガの脳からは太い神経束が胸部の神経節に伸びている。この神経束を介して、胸部の神経節に行動指令信号が送られると、運動神経によって行動が起こる。

- 問1 a) 視覚を奪われているのは実験2である。
- b) においを手掛かりにできない、つまり気体中の物質のやりとりができないような条件下にあるのは実験1である。
- c) 実験4では触角のない雄を使っている。

問2 他に、集合フェロモン—ゴキブリ、階級フェロモン—ミツバチ、警報フェロモン—シロアリなどがある。

- 問3 「感覚受容の観点」とあるので、受容体 (受容器) をもつのが雄だけであることを述べる。
- 問4 触角だけではなく、はねも性フェロモンの受容に必要であることがわかる。ただ、それははねにも受容体がある、ということではなく、風を起こすために必要だからということが実験5よりわかる。また、その風向きは実験6より、雄の方へ向かう方向とわかる。群れで暮らすようなニホンザルやシマウマなどは別として、野生の状態では同種の個体が必ずしも近くにいるとは限らない。性フェロモンは空気中にはごく低濃度で存在することになるので、それをどうやって感知するか、が重要である。

問5 雄と雌の距離があるときには、雄に届く性フェロモンは連続したものではなく断続的である。よって、性フェロモンを受容するとそちらの方向に雌がいる可能性が高いので、まずは直進する。性フェロモンを受容できなくなるとジグザグターン－回転行動をとる。こうして、雌の方向をさらに探る。ここで再び性フェロモンを受容すると、最初の直進行動から同じ行動をとるようになる。雌が近くなると、性フェロモンが連続的に雄に届くため、ジグザグターン－回転行動をとることがなくなる。

問6 「本能行動」という答えでもよい。ただ、最近では「生得的行動」や「遺伝的にプログラムされた行動」というような表現が多い。学習による行動であれば個体差が生じるが、遺伝子で決まっているのであれば、その種は同じ行動をとるので個体差はない。

添削課題

解答

- 問1 反射弓
- 問2 しつがい腱反射
- 問3 温度による刺激を除去し、機械的な刺激のみにするため。(26字)
- 問4 記号：ウ
理由：刺激が強い場合には、活動電位の発生頻度が上昇するから。(27字)
- 問5 刺激を繰り返しても、感覚ニューロンの活動電位の数は変わらない。しかし、感覚ニューロンから運動ニューロンへの興奮の伝達効率が下がることで運動ニューロンの活動電位の数が減少し、筋収縮の時間が短くなる。(98字)

解説

- 問1 受容器からの興奮が、求心性神経を経て反射中枢に達し、折り返して遠心性神経を伝って効果器に達する全道程を反射弓という。
- 問2 しつがい腱反射には介在神経が存在しない。
- 問3 ここで与える刺激は機械刺激のみにして、温度の違いを受容してカタツムリが反応するのを避ける必要がある。機械刺激とは、物理的な力(圧力や音など)による刺激をいう。機械刺激によって生じる感覚には、触覚・圧覚・振動覚・聴覚・平衡覚などがある。
- 問4 水滴を8cmの高さから落としたこと、なおかつ反応時間が長くなつたことより、活動電位の発生頻度が上昇していると考えられる。また全か無かの法則から、活動電位の大きさは変わらない。
- 問5 図4より感覚ニューロンの活動電位の数は変化しないが、運動ニューロンの活動電位の数は変化することがわかる。このことから、慣れが生じても感覚ニューロンの興奮の頻度は変わらないことがわかる。また図5で運動ニューロンの活動電位の数と引き込み反応時間は運動していることから、運動ニューロンの活動電位の数によって引き込み反応時間が決まることがわかる。さらに図6より、運動ニューロンを直接刺激する場合には慣れによる影響は見られない。以上から慣れとは、感覚ニューロンと運動ニューロンのシナプス部分の変化とわかる。よって、運動ニューロンの応答性の減少や、感覚ニューロンが神経伝達物質を放出しにくくなることが考えられる。

B3/B3J
東大生物
東大・医学部・難関大生物



会員番号	
------	--

氏名	
----	--