

本科 2 期 9 月度

解答

Z会東大進学教室

医学部生物

難関大生物 / 難関大生物 T



## 14章 動物の反応①

### 問題

#### ■ 演習

#### 【1】

#### 解答

問1 (ア)－アクチン (イ)－ADP

問2 化合物：クレアチンリン酸

説明：運動時に ATP 濃度が低下したとき速やかに ATP を合成する。(29 字)

問3 ATP：2 分子

乳酸の代謝：呼吸で消費されるかグルコースに再合成される。(22 字)

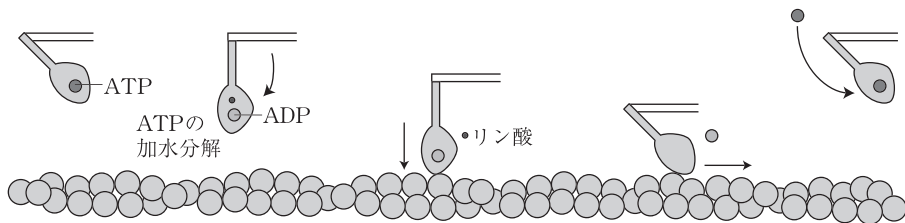
問4 滑り説

問5 正しくないもの：e

説明：筋肉は嫌気条件下でも、解糖やクレアチンリン酸からのリン酸転移による ATP 合成によって収縮するから。(49 字)

#### 解説

問1 ミオシンの頭部には ATP 分解酵素活性がある。ミオシンの頭部は ATP の加水分解によるエネルギーを用いて、角度が変わる。そして、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが結合し、滑り運動が起こる。再び ATP がミオシン頭部に結合すると、ミオシン頭部はアクチンフィラメントから離れる。



問2 筋肉中では、呼吸や解糖による ATP の供給が間に合わない場合、クレアチンリン酸からのリン酸転移によって速やかに ATP を合成する。安静時には、クレアチンをリン酸化してクレアチンリン酸を合成している。

問3 解糖では、グルコースからピルビン酸ができるまでの間(解糖系)で、グルコース1分子につき2分子のATPが合成される\*。解糖によってできた乳酸は、一部がピルビン酸に戻りクエン酸回路にとりこまれることでATPを合成する。このATPを用いて、乳酸→ピルビン酸→グルコース(→グリコーゲン)とする。

\* 解糖系では2ATP消費して4ATP合成するので、差し引きで2ATP合成される。

問4 一般的に、筋収縮のしくみはハクスリの滑り説と呼ばれる。この説は、ほぼ同時期に二人のハクスリ(血縁関係にはなく、偶然に同じ名前であった)によって提唱された説である。

問5 a：神経を切断するときにも、その刺激によって神経が興奮し、筋収縮が起こることもある。

b：これも a と同様である。

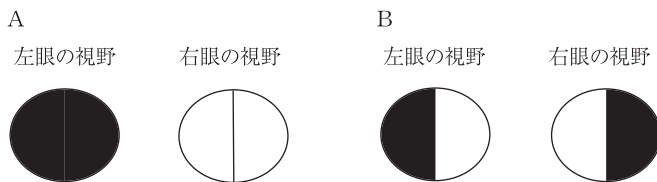
c：電極からの刺激によって、神経が興奮する。

d：筋繊維の細胞膜の膜電位が変化すれば、筋小胞体へと興奮が伝わる。

【2】

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 視神経繊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がる。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、音の高低を感知している。  
 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る。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 視神経繊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、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、脳の右



## 添削課題

### 解答

- A 問1 1-耳殻 2-外耳道 3-鼓膜 4-耳小骨 5-卵円窓  
6-リンパ液 7-うずまき管 8-うずまき細管 9-基底膜  
10-コルチ器 11-聴細胞 12-聴神経

問2 (1) 20 ~ 20000Hz

(2) (A)-(f) (B)-(e) (C)-(c)

(3) 基底膜の基部に近い位置にある聴細胞が減少することで、高音を受容できなくなった。

- B 問3 A-強膜 B-脈絡膜 C-網膜 D-視神経 E-ガラス体  
F-毛様体 G-角膜 H-水晶体(レンズ) I-虹彩  
J-チン小帯

問4 ①-桿体 ②-錐体 ③-可視光 ④-暗順応 ⑤-明順応

⑥-黄斑 ⑦-盲斑

問5 明るいときは虹彩の瞳孔括約筋が収縮して、瞳孔を小さくし光量を減らす。反対に、暗いときには虹彩の瞳孔散大筋が収縮して、瞳孔を大きくし光量を増やす。(72字)

問6 (1) ○ (2) × (3) ○ (4) ○

### 解説

A

問1 5: 卵円窓と耳小骨が接しており、鼓膜の振動をリンパ液の振動へと変換する。

8: うずまき管の内部は、前庭階・鼓室階・うずまき細管に分かれている。前庭階を満たすリンパ液(外リンパ液)はうずまき管の奥でUターンし、鼓室階を満たす。うずまき細管は内リンパ液で満たされている。

問2 (1) 音受容器である耳で聞き取れる音波の範囲を、可聴域という。ヒトの場合にはおよそ20 ~ 20000Hzである(個人差も大きい)。可聴域は動物の種類によって異なり、イヌであれば低音はヒトとあまり変わらないが、高音は最大で60000Hzほどまで受容できる。なお、シロイルカでは1000 ~ 123000Hzと、ヒトと比較すると高音域の可聴域が広い。いわゆる超音波を利用して、個体どうしで情報交換をしていると考えられている。

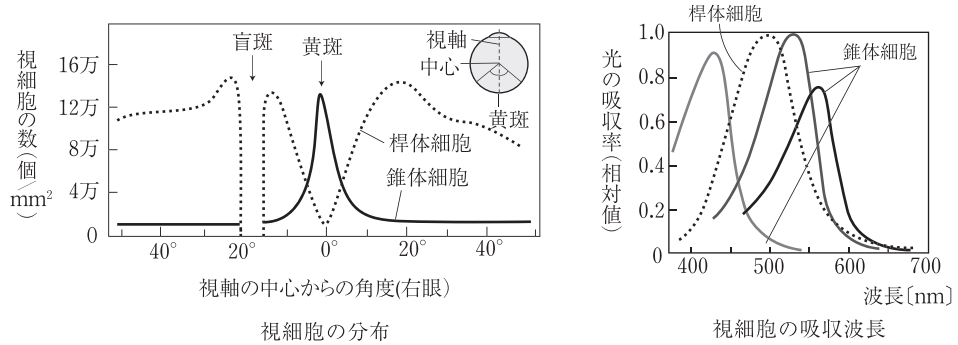
(2) (A)は外耳から中耳に問題があるので、気導音の方が骨導音(正常範囲内)よりも聴力レベルが低い。(B)は内耳から脳に問題があるので、気導音・骨導音ともに差がなく低いと考えられる。(C)は気導音・骨導音ともに低く、また、気導音の方が骨導音よりも低いと考えられる。

(3) モスキート音(17000Hz前後の高音)が若い人には聞こえるが、年齢が高くなるにつれて聞こえにくくなるのは、高音を受容する領域の聴細胞ほど、加齢に伴って退化脱落しやすいからである。

B

問3 眼球は、強膜に包まれている。強膜は眼球を衝撃から保護することと、瞳孔以外から眼に光が入らないように遮断する役割をもつ。脈絡膜には血管があり、網膜などの細胞に栄養を与えている。

問4 2種類ある視細胞は、網膜上での分布が異なる。色を識別する錐体細胞は黄斑に多く、明暗を受容する桿体細胞は周辺部に多い。



問5 瞳孔の大きさは、虹彩の内側にある瞳孔散大筋と瞳孔括約筋の収縮によって変えられる。

問6 (2) 半規管ではなく、うずまき管で音を受容する。半規管では体の回転を受容する。

## 15章 動物の反応②

### 問題

#### ■ 演習

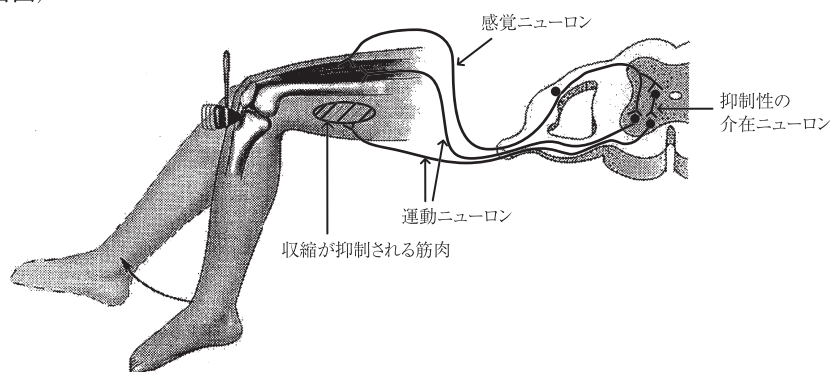
【1】

#### 解答

問1 A-反射弓 B-受容器 C-効果器 D-筋紡錘

E-白質 F-灰白質 G-背根 H-腹根

問2 (右図)



問3 脳幹は、呼吸や心拍など生命維持に重要な反応の中枢である。大脳の機能が失われていても、脳幹が機能していると、内臓器官は動けるから。

問4 前庭反射は脳幹である中脳が中枢なので、この反射が起こらなければ脳幹に異常があるとわかる。しかし、膝蓋腱反射の中枢は脊髄なので、脳の異常とは関係なく起こるから。

#### 解説

問1 脊髄反射の代表例は、膝蓋腱反射と屈筋反射である。屈筋とは、腕や脚の関節を曲げる方向にはたらく筋肉の総称である。本問の屈筋反射で収縮するのは、上腕二頭筋である(力を入れるとこぶが盛り上がる筋肉)。屈筋と反対に、関節を伸ばす方向にはたらく筋肉は伸筋という。

反射は大脳を介さない。中枢となるのは中脳・延髄・脊髄であるので、意識をしなくても効果器に反応が生じる。

中枢	例
脊髄	しつがい腱反射…ひざの関節のすぐ下を軽く叩くと、思わず足が跳ね上がる。 屈筋反射…熱いものに触れるとすばやく手を引っ込めるなど。
延髄	唾液分泌、せき、くしゃみ
中脳	瞳孔反射…強い光を当てると瞳孔が縮小する。 立ち直り反射…ネコが高い位置から落ちてもしっかりと着地できるなど。



問2 介在ニューロンがなく感覚ニューロンと運動ニューロンが直結している経路と、介在ニューロンがある経路をかく。大腿部では、体の前面にある筋肉が伸筋(大腿四頭筋)、背面にある筋肉が屈筋である。足が上がりやすくなるためには、屈筋が収縮しないほうがよいので、抑制性の介在ニューロンを介した運動ニューロンは背面の筋肉に伸びていればよい。

問3 大脳の機能が失われると、随意運動や視覚・聴覚などの特殊感覚は失われる。脳幹は、中脳・延髄・間脳である。脳幹は呼吸や心拍、内臓諸器官の中枢である。よって、大脳の機能が失われていても脳幹が正常であれば、心臓は動いており呼吸もできる。

問4 中枢の違いについて述べる。

【2】

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 有髄神経繊維の軸索周囲には、絶縁性の髄鞘が巻き付いている。髄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)-シナプス (キ)-1.7

(ク)- $3.3 \times 10^2$  (ケ)-傾き

問5 運動神経は延髄で交さるから。(15字)

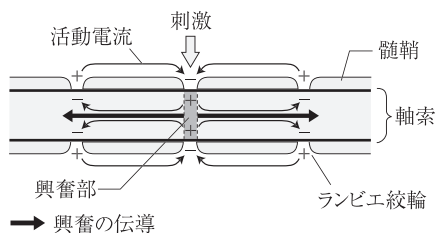
問6 聴覚野：3 視覚野：6

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 $\text{Na}^+$ を細胞外へ、2分子の $\text{K}^+$ を細胞内へと濃度勾配に逆らって輸送する。

問2 周囲に髄鞘をもつ神経繊維を、有髄神経繊維という。活動電流が流れるには、細胞膜を介した $\text{Na}^+$ と $\text{K}^+$ の移動が必要であるが、髄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、髄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

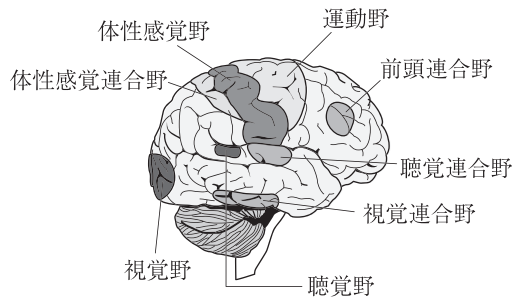
問4 (キ)  $3.0 \times 10^{-10} \text{m} : 1.0 \times 10^{-2} \text{m} = 5.0 \times 10^{-8} \text{m} : x \quad \therefore x = 1.7 \text{m}$

(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。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。



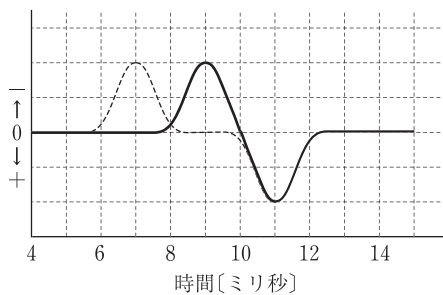
ヒトの大脳の機能

## 添削課題

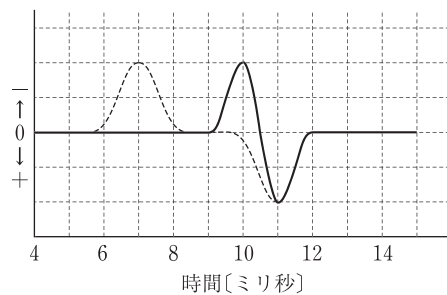
### 解答

- 問1 ア、イー髄鞘, ランビエ絞輪(順不同) ウー跳躍
- 問2 25m/秒
- 問3 15cm
- 問4 (下図)

C-E 間の電位差



D-E 間の電位差



- 問5 4ミリ秒
- 問6 E点は周囲が麻酔されていたので、膜電位の変化が起こらなかった。そのため、10ミリ秒後はB点、E点ともに細胞外が+であったから。

### 解説

- 問1 「線維」は「繊維」と同じである。高校教科書では「繊維」を用いるのがふつうであるが、専門書では「線維」を用いることも多い。なお、軸索を取り巻いているのは、髄鞘である。
- 問2 BE間は10cmである。A点を刺激してから6ミリ秒後に見られた活動電位はB点、10ミリ秒後はE点に起こった電位変化である。つまり、2点間を進むのに $10-6=4$ ミリ秒かかっている。
- 問3 B点までの伝導時間が6ミリ秒、伝導速度が25m/秒である。
- 問4 E点は同じなので、2つ目の電位変化が起こる時間は変わらない。1つ目の電位変化が2ミリ秒と3ミリ秒後にずれる。
- 問5 ピークが4つに増えていないのは、1回目の刺激でE点に興奮が伝わり細胞外が-になったとき、B点が2回目の刺激で興奮し細胞外が-になっており、2点での電位差がなかったからである。よって、図3の2つ目の電位変化は、2回目の刺激による興奮がE点に届いたときである。E点は1回目の刺激では10ミリ秒後に電位が変化するが、14ミリ秒後に起こっている。これより、2回目の刺激は4ミリ秒後であったとわかる。
- 問6 実験3ではE点付近に麻酔してある。

## 16章 動物の反応③

### 問題

#### ■ 演習

#### 【1】

#### 解答

問1 A-65.0      B-87      C-48      D-21.3

問2 1-c      2-d      3-d      4-c

問3 1) 生得的行動

2) ×

問4 1) 視覚

2) a

問5 1) 刷込み

2) ミツバチは、ダンスで餌場の方向と距離を巣の仲間に知らせる。(29字)

#### 解説

問1 A  $39 \div (39+21) \times 100 = A$

B  $63 \div (63+B) \times 100 = 42$

C  $C \div (C+102) \times 100 = 32$

D  $32 \div (32+118) \times 100 = D$

問2 卵殻を置かなかった巣で捕食されたのは21.7%，一方卵殻を置いた巣では65%である。また、卵殻と巣との距離が離れるほど、捕食された割合は減少している。この実験から、ユリカモメの親鳥の習性は、卵やひなの生存率を上げるのにつながっている。

問3 捕食者が巣に近づけないのであれば、親が危険を冒して殻を捨てに行く必要はない。

問4 1) 内側が純白の卵殻が近くになればカラスやカモメに捕食されにくくなるということは、カラスやカモメは卵殻を飛びながら探していると考えられる。よって、視覚で対象を探している。

2) 卵殻と人工巣との距離が2mになると、捕食される割合が15cmのときの半分ほどにまで減少している。

問5 1) 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。

2) ミツバチは円形ダンスや8の字ダンスによって、餌場の方向と距離を仲間に伝えている。ミツバチは太陽の位置を利用して(太陽コンパス)、方角を知る。

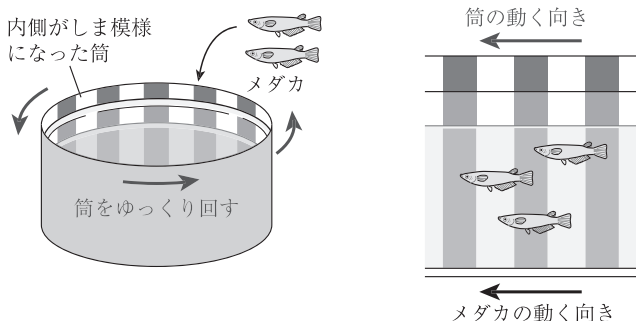
【2】

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, 帰巢など
  - 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 オオクジャクヤマムシはガの一種である。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。

## 添削課題

### 解答

- 問1 アーニューロン      イー樹状突起      ウーシナプス      エー神経伝達物質
- 問2 軸索の周囲に絶縁体である髄鞘が巻き付いているため、興奮が飛び飛びに伝わる跳躍伝導が起こる。そのため興奮の伝導速度が速い。
- 問3 生得的行動：水管に異物が触れると水管を縮めて保護する。  
習得的行動：水管に軽く触れることを短時間に何度か繰り返すと、やがて触れてもアメフラシは水管を縮めなくなる。  
利点：何度も同様の刺激がきているが危険ではない状況のとき、過剰な反応を示さないことで無駄なエネルギー消費を抑えることができる。
- 問4 刺激をくり返し水管に与えると、感覚神経から運動神経へ分泌される神経伝達物質の量が減少する。それにより慣れが生じる。しかし、水管の刺激を中断することで、神経伝達物質の分泌量が元に戻るため、再び反応が見られるようになる。

### 解説

- 問1 アメフラシは脊椎動物に比べて神経系の構造がシンプルで、ニューロンの数も少ない。また、1つ1つのニューロンがどの器官と連結しているかなどが調べやすいことから、動物の行動と神経系の関連を調べるモデル生物として用いられている。
- 問2 無脊椎動物の神経繊維は、脊椎動物とは異なり軸索の周囲に髄鞘をもたない無髄神経繊維である。無髄神経繊維では、髄鞘がないので跳躍伝導は起こらない。そこで、伝導速度の違いは軸索の太さによって決まる。軸索が太いほど伝導速度が速い。
- 問3 生得的行動と習得的行動の例は文章から抜き出せばよい。習得的行動の利点としては、この問題文からでは解答に示したものようになる。  
本文の他に、習得的行動として鋭敏化というものがある。鋭敏化とは、異なる刺激を与えることで、元々の刺激に対する応答が大きくなるものである。たとえば、アメフラシの尾部に電気刺激を与えたあとに水管に触れることをくり返すと、弱く水管に触れただけで水管を引っ込めるようになる。
- 問4 慣れや鋭敏化といった行動の変化は、神経系の変化による。とはいえ、ニューロン1本1本は全か無かの法則が成り立つので、ニューロン単独で活動電位の大きさを変えるようなことはできない。しかし、シナプスにおける神経伝達物質の量が変われば、運動神経は興奮しにくくなる。











会員番号	
------	--

氏名	
----	--