

# 生 物 I

(全 問 必 答)

第1問 ゾウリムシに関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 18)

淡水に生活する単細胞生物のゾウリムシは、淡水より細胞の浸透圧が高いので細胞膜を通して細胞内に水が浸透してくる。そこで、ゾウリムシは収縮胞で余分な水を排出し、細胞の浸透圧を一定に保っている。収縮胞による水の排出量と外液の浸透圧との関係を調べるため、ゾウリムシを0～2.5%のスクロース溶液に入れ、1分間に収縮胞が収縮する回数を測定したところ、図1のような結果が得られた。

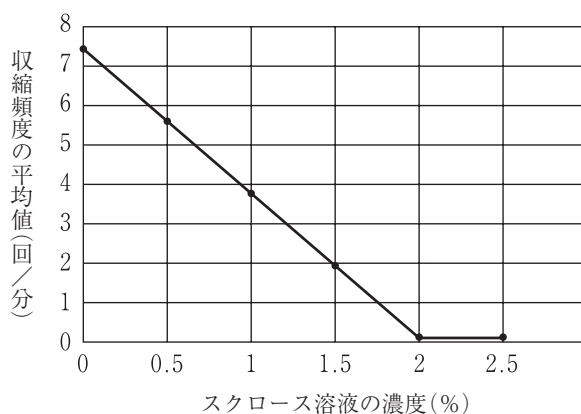


図 1

問1 ゾウリムシと同じ単細胞生物として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ヒドラ      ② ボルボックス      ③ アオミドロ      ④ クラゲ  
⑤ ミドリムシ

問2 図2は、ゾウリムシの細胞を顕微鏡で観察した模式図である。この図の中で細胞小器官の収縮胞として最も適当なものを、図2の①～⑤のうちから一つ選べ。

2

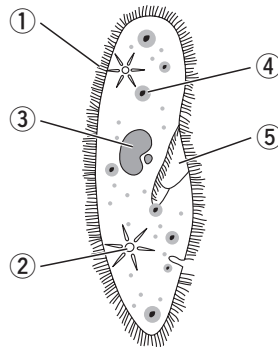


図 2

問3 ゾウリムシは環境条件がよいと無性生殖で繁殖する。ゾウリムシの無性生殖の方法として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

- ① 分裂                      ② 出芽                      ③ 孢子生殖                      ④ 栄養繁殖  
⑤ 接合

問4 図1のグラフをもとに、ゾウリムシの浸透圧調節に関する説明文として誤っているものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

4      5

- ① 淡水中のゾウリムシでは、収縮胞が1回収縮して水を排出するのに要する時間は約8秒である。  
② 細胞に浸透する水の量は、外液と細胞の浸透圧の差が小さいほど増加する。  
③ 外液のスクロース溶液濃度が2%付近で等張になっている。  
④ 外液のスクロース溶液濃度が2.5%のとき、収縮頻度は0であるからゾウリムシと外液との間で水の出入りはみられない。  
⑤ 外液のスクロース溶液濃度が0～2%の間では、ゾウリムシの細胞の浸透圧は一定に保たれている。

## 生物 I

問5 ゾウリムシを含む培養液を試験管いっぱいに入れ、栓をして暗いところで試験管立てにたてておくと、ゾウリムシはしばらくして試験管の上部に集まった。このゾウリムシの行動として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

6

- ① 光走性(走光性)      ② 光屈性(屈光性)      ③ 温度傾性(傾熱性)  
④ 化学走性(走化性)      ⑤ 化学屈性(屈化性)      ⑥ 重力走性(走地性)  
⑦ 重力屈性(屈地性)      ⑧ 接触傾性(傾触性)

**第2問** 植物の生殖と受精に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 21)

A 花粉は昆虫や風などによって運ばれ、めしべの柱頭に付着する。受粉した花粉は発芽して花粉管を伸ばし、花粉管の先端には花粉の中にあつた花粉管核が移動し、それに続いて  が花粉管内で分裂して2個の  になる。花粉管はめしべの胚珠に向かって伸び、やがて珠孔に達すると花粉管の先端は破れ、 の1個は胚のう内の  と受精して、受精卵ができる。もう1個の  は胚のう内の2個の極核をもつ  と受精し、胚乳核をもつ細胞ができる。

このように、被子植物では受精卵をつくる受精と胚乳核をもつ細胞をつくる受精とが同時に起こるので  とよばれる。

**問1** 上の文章中の  ～  に入る語として最も適当なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 花粉四分子      ② 胚のう細胞      ③ 雄原細胞      ④ 精細胞
- ⑤ 助細胞          ⑥ 反足細胞          ⑦ 中央細胞      ⑧ 卵細胞
- ⑨ 体内受精      ⑩ 重複受精

**問2** 上の文章中の下線部アとイの細胞がもつ染色体数の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 受精卵の染色体数は  $2n$  で胚乳核をもつ細胞の染色体数は  $4n$  である。
- ② 受精卵の染色体数は  $2n$  で胚乳核をもつ細胞の染色体数は  $3n$  である。
- ③ 受精卵の染色体数は  $2n$  で胚乳核をもつ細胞の染色体数は  $n$  である。
- ④ 受精卵の染色体数も胚乳核をもつ細胞の染色体数も  $2n$  である。

**B** 花粉管が胚珠に向かって伸び、胚のうに到達する仕組みを調べるため次のような  
**実験 1・2**を行った。

**実験 1** めしべから受精前の胚珠と胚のうを取り出し、胚珠と胚のうに分離した後、紫外線レーザーを照射して胚のうを構成する細胞を破壊した。このような処理をした胚のうをめしべの花柱成分を含む寒天培地に置いた後、胚のうから離して花粉をまき、花粉管が胚のうに向かって誘引される割合を調べた。その結果をまとめたのが表 1 である。

表 1

紫外線レーザーで破壊した細胞	花粉管が胚のうに向かって誘引される割合(%)
胚のうを構成するすべての細胞	0
胚のうを構成する卵細胞	100
胚のうを構成する反足細胞一つ	100
胚のうを構成する反足細胞二つ	100
胚のうを構成する中央細胞	100
胚のうを構成する助細胞一つ	70
胚のうを構成する助細胞二つ	0

**実験 2** 受精した胚のうを用いて花粉管誘引実験を行ったところ、花粉管が胚のうに向かって誘引される割合は 0 % になった。

## 生物 I

問3 実験1と実験2の結果の説明として誤っているものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 

7
---

8
---

- ① 受精前の胚のうに助細胞が1個でも残っていれば、花粉管は胚のうに誘引される。
- ② 受精前の胚のうから卵細胞がなくなっても、花粉管は胚のうに誘引される。
- ③ 花粉管が胚のうに誘引されるのは、受精前の助細胞のはたらきによる。
- ④ 花粉管を胚のうに誘引するはたらきは、受精後の胚のうの助細胞にも残っている。
- ⑤ 花粉管が胚のうに誘引される割合は、受精前の二つの助細胞がそろっている方が低くなる。
- ⑥ 卵細胞・中央細胞・二つの助細胞と一つの反足細胞をもつ受精前の胚のうでも、花粉管は胚のうに向かって誘引できる。

**第3問** ヒトの遺伝形質に関する次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 17)

ヒトの一組の対立遺伝子 A, a には四つの遺伝様式がある。すなわち、常染色体優性、常染色体劣性、X 染色体優性と X 染色体劣性である。家系図をもとに家系分析をすると、どのような遺伝様式をするのか調べることができる。

図1はある家族に高頻度でみられた遺伝形質についての家系図である。この図において、世代を I・II・III…で示し、1世代中の構成員は 1・2・3…で表記する。□は男性、○は女性を示し、■はある遺伝形質が現れている男性である。

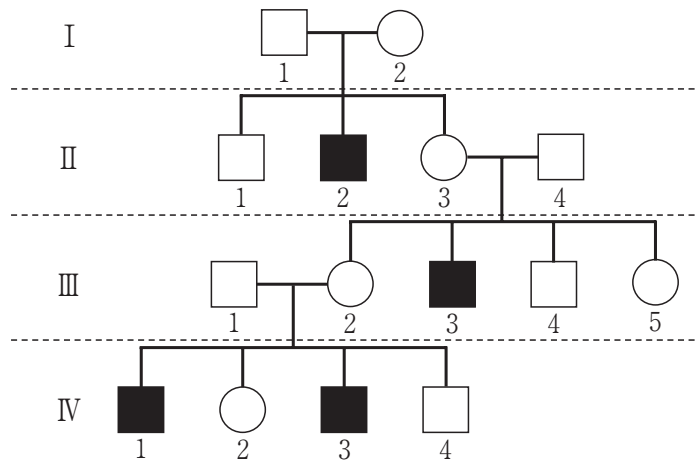


図 1

**問1** 図1の遺伝形質についての家系分析から、遺伝様式の組合せとして**両方とも誤っているもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 常染色体優性と常染色体劣性
- ② X 染色体優性と X 染色体劣性
- ③ 常染色体優性と X 染色体優性
- ④ 常染色体劣性と X 染色体劣性

問2 次の文章中の **2** ~ **4** に入る語として最も適当なものを、下の①~⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

図1の家系図より、Iの1や2に遺伝形質が現れていないのにIIの2に遺伝形質が現れていることから、この遺伝形質は **2** 形質であると考えられる。

この遺伝形質が **3** 遺伝子によると考えると、IIの4やIIIの1のようなこの家系外の二人のヒトがともにこの遺伝形質を支配する遺伝子型について **4** であることになる。この家系以外の一般のヒトの中にもかなり高率でこの遺伝形質を支配する遺伝子が存在することになり、この遺伝形質がこの家系の家族に高頻度で見られることの説明としては疑問が残る。

- ① 常染色体優性   ② 常染色体劣性   ③ X染色体優性   ④ X染色体劣性  
 ⑤ ヘテロ接合   ⑥ ホモ接合   ⑦ 優性   ⑧ 劣性

問3 図1の家系図の中で、この遺伝形質の遺伝子をかならず保有すると考えられる女性の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **5**

- ① Iの2・IIの3・IIIの2                      ② Iの2・IIの3・IIIの5  
 ③ Iの2・IIの3・IVの2                      ④ Iの2・IIの3・IIIの2・IIIの5  
 ⑤ Iの2・IIの3・IIIの2・IVの2  
 ⑥ Iの2・IIの3・IIIの2・IIIの5・IVの2

第4問 動物の行動の制御に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 10〕 (配点 25)

A ア ゴキブリなど同種の個体が集まったり、イ カイコガの雄が繁殖のために雌を求めたり、ウ ハチやアリが敵から逃避したり敵を攻撃したりするときにはフェロモンが特有の行動を引き起こしている。また、昆虫は餌を探すとき嗅覚に大きく依存している。このようなフェロモンや餌のにおいには昆虫の触角にある嗅受容細胞が重要なはたらきをしている。この嗅受容細胞はニューロンと同じ構造やはたらきをしている細胞で、フェロモンや餌のにおいによって活動電位を発生させて刺激を伝導する。1本の触角には17000本の感覚毛があり、その1本の感覚毛の基部に嗅受容細胞の細胞体が存在している(図1)。そして、嗅受容細胞の細胞体から感覚毛の先端に伸びている突起は a で、その表面に餌のにおいやフェロモンの化学物質を受け取る b がある。また、嗅受容細胞の細胞体から脳に向かって伸びている突起が c である。

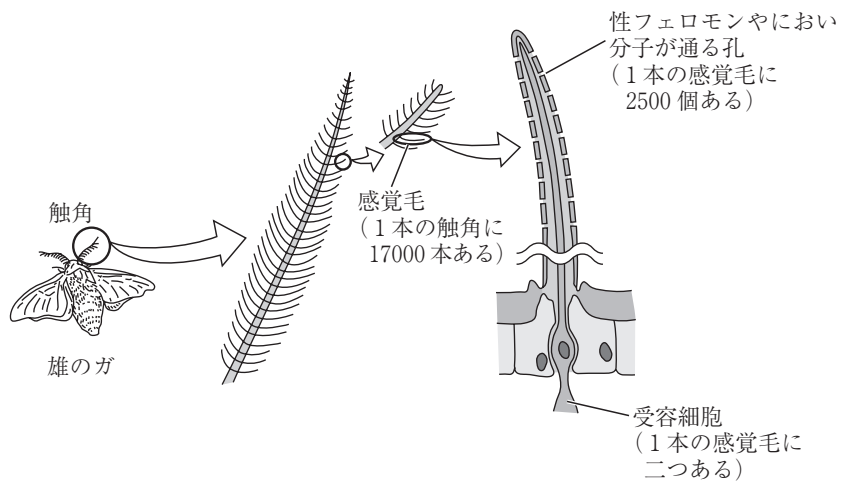


図 1

問1 前ページの文章中の下線部ア～ウのフェロモンの名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

ア	イ	ウ
① 集合フェロモン	性フェロモン	忌避フェロモン
② 道しるべフェロモン	集合フェロモン	警報フェロモン
③ 産卵フェロモン	育児フェロモン	忌避フェロモン
④ 集合フェロモン	性フェロモン	警報フェロモン
⑤ 縄張りマークフェロモン	産卵フェロモン	道しるべフェロモン

問2 前ページの文章中の下線部ア～ウのフェロモンによって引き起こされる行動として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 本能行動      ② 学習      ③ 刷り込み      ④ 光走性(走光性)  
⑤ 反射

問3 前ページの文章中の a ～ c に入る語として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つずつ選べ。 a 3 b 4 c 5

- ① 標的器官      ② 受容体      ③ 作動体      ④ 髄鞘  
⑤ 軸索      ⑥ 樹状突起      ⑦ シナプス      ⑧ ランビエ絞輪

## 生物 I

**B** 昆虫の仲間に牛のフンに卵を産みつけ世代交代するフン虫がいる。フン虫が牛フンのおいを受感すると、触角の先端部をいっぱいにおいにおいのする方向に触角をうごかし、次にその方向に体を定位して飛び立つ。フンの近くまで飛んできたフン虫はフンの風下側に着地してから、フンのある方向に進みフンに到達する。そこで、フン虫の触角の感覚毛にある嗅受容細胞がどのようなにおいに反応するのか調べるため、次のような**実験 1・2**を行った。

**実験 1** 嗅受容細胞に記録電極を置き、フンに特有な五つのにおい成分ブタノン、フェノール、クレゾール、インドールおよびスカトールでそれぞれ感覚毛を刺激した。その結果、ブタノンにのみ活動電位を発生する嗅受容細胞(タイプ I とよぶ)と五つのにおい成分のどれにも活動電位を発生する嗅受容細胞(タイプ II とよぶ)とがあることがわかった。

**実験 2** さらに、タイプ I の嗅受容細胞をもつ感覚毛にブタノンのみで刺激したとき、ブタノンを除く四つのにおい成分(フェノール、クレゾール、インドール、スカトール)を混合したもので刺激したとき、および五つのにおい成分を混合したもので刺激したときの活動電位を記録した。その結果は図 2 のようになった。

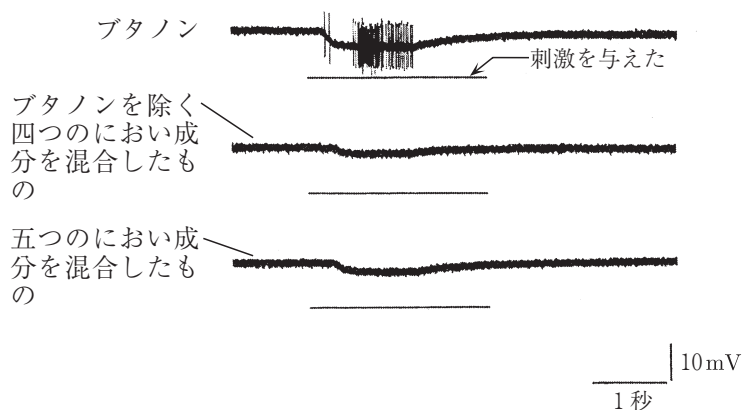


図 2

問 4 次の文章中の **6** ～ **10** に入る語として最も適当なものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

**実験 1** と **実験 2** の結果より、フン虫は牛のフンに特有な五つのおい成分のなかで、一番揮発性が高く、地上に落ちたフンから最初に発散されて遠くまで届く **6** を触角の感覚毛にある **7** の嗅受容細胞が感受して牛のフンに向かって飛び、**6** の濃度の高い方へ空気の流れに逆らって牛のフンに近づく。そして、牛のフンの近くに着地すると、**8** の嗅受容細胞は牛のフンから発散する五つのおい成分で刺激され活動電位の発生が **9** されることで、牛のフンの近くに着地したことを確認する。最後に、触角の感覚毛にある **10** の嗅受容細胞が五つのおい成分に反応して、よりにおい濃度の高い牛のフンのある位置に到達する。

- ① タイプ I      ② タイプ II      ③ 促進      ④ 抑制  
⑤ ブタノン      ⑥ フェノール      ⑦ クレゾール      ⑧ インドール  
⑨ スカトール

**第5問** 植物の蒸散に関する次の文章を読み、各問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 7] (配点 19)

植物体の水が水蒸気として失われる現象を蒸散といい、全蒸散量の90%は葉の気孔から行われる。気孔は2個の 1 に囲まれたすき間である。1 は他の表皮細胞と異なり、光合成を行う細胞小器官の 2 をもっていることや 3 の厚さが気孔に面した側とその反対側とで異なるという特徴がある。また、水は根の 4 から吸収されて木部の 5 に入り葉に運ばれる。

ヒマワリの蒸散量と光のつよさ、湿度、気温、呼吸のはやさについて測定したところ、図1のような結果が得られた。

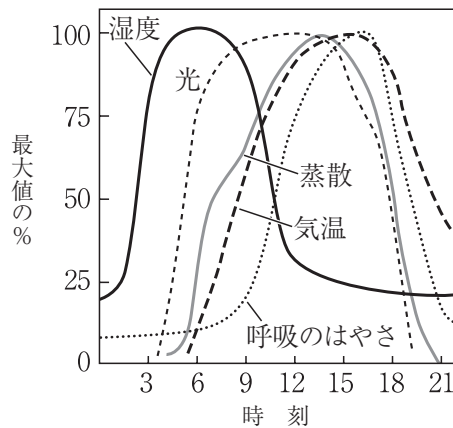


図 1

問1 上の文章中の 1 ～ 5 に入る語として最も適当なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- |       |        |        |       |
|-------|--------|--------|-------|
| ① 伴細胞 | ② 孔辺細胞 | ③ 根毛   | ④ 柔毛  |
| ⑤ 篩管  | ⑥ 道管   | ⑦ ゴルジ体 | ⑧ 細胞膜 |
| ⑨ 細胞壁 | ⑩ 葉緑体  |        |       |

問2 植物にとって蒸散作用のはたらきとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 呼吸に必要な酸素を植物体全体に運ぶ。
- ② 根で水とともに吸収した無機塩類( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $NO_3^-$ など)を植物体全体に運ぶ。
- ③ 水の気化熱によって葉の温度上昇を抑える。
- ④ 葉の光合成にとって必要な水を運ぶ。

問3 図1の結果より、蒸散に最も関連が深い要因を、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 湿度                      ② 光のつよさ              ③ 気温                      ④ 呼吸のはやさ