

生 物

(解答番号 ～)

〔Ⅰ〕 植物の光合成に関して、問1および問2に答えなさい。

(解答番号 ～) (33点)

問1 光合成のしくみに関して、次の文章を読み、(1)～(7)に答えなさい。

(解答番号 ～)

植物の光合成は、葉緑体のチラコイドとストロマで行われる。チラコイド膜に存在する^A光化学系Ⅰと光化学系Ⅱでは、^B光合成色素により光エネルギーが吸収され、^C電子が放出される。最終的に、チラコイド膜では、光エネルギーを利用して^DNADPHとATPが合成される。NADPHとATPは、ストロマで^E二酸化炭素から有機物を合成するカルビン回路(カルビン・ベンソン回路)に用いられる。

(1) 下線部Aについて、次のa～cのうち、葉緑体に関する記述として正しいものはどれか。正しいものをすべて含む最も適切な組み合わせを選択肢①～⑦のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- a 細胞内で分裂して増殖する。
- b 独自のDNAをもつ。
- c 内部にひだ状のクリステとよばれる構造をもつ。

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ | ④ aとb |
| ⑤ aとc | ⑥ bとc | ⑦ aとbとc | |

生 物

- (2) 下線部Bについて、光化学系Ⅰと光化学系Ⅱで電子が放出された後に起こる反応として、最も適切なものを選択肢①～⑤のうちから1つずつ選びなさい。(解答番号 ,)

光化学系Ⅰ . . .

光化学系Ⅱ . . .

- ① NADPH の生成
- ② NADP^+ の生成
- ③ ATP の分解
- ④ H_2O の分解による O_2 の生成
- ⑤ O_2 の、 e^- と H^+ の受容による H_2O の生成

- (3) 下線部Cについて、光合成色素のクロロフィルがよく吸収する光の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- ① 青色光・緑色光 ② 青色光・黄色光 ③ 青色光・赤色光
- ④ 緑色光・黄色光 ⑤ 緑色光・赤色光 ⑥ 黄色光・赤色光

- (4) 下線部Dについて、チラコイド膜で1分子の NADPH が生成されるとき、チラコイド膜で分解される水分子の分子数として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。(解答番号)

- ① 1/3 ② 1/2 ③ 1 ④ 2 ⑤ 3 ⑥ 6

生 物

- (5) 下線部Dについて、チラコイド膜では電子伝達系による H^+ の輸送を行っている。この電子伝達系による H^+ の輸送を説明した次の文中の [ア]・[イ]に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 6)

電子伝達系によって、チラコイド膜を介して、[ア]へ濃度勾配に [イ], H^+ が運ばれる。

選択肢	ア	イ
①	チラコイド内からストロマ	したがって
②	チラコイド内からストロマ	逆らって
③	ストロマからチラコイド内	したがって
④	ストロマからチラコイド内	逆らって

- (6) 下線部Eについて、カルビン回路において、チラコイド膜で生成した NADPH が消費される過程と二酸化炭素が固定される過程として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つずつ選びなさい。

(解答番号 7 , 8)

NADPH の消費 7

二酸化炭素の固定 . . . 8

- ① ホスホグリセリン酸(PGA) → グリセルアルデヒドリン酸(GAP)
- ② ホスホグリセリン酸(PGA) → ケトグルタル酸
- ③ リブローズビスリン酸(RuBP) → ホスホグリセリン酸(PGA)
- ④ リブローズビスリン酸(RuBP) → ケトグルタル酸
- ⑤ グリセルアルデヒドリン酸(GAP) → リブローズビスリン酸(RuBP)
- ⑥ グリセルアルデヒドリン酸(GAP) → C_6 化合物(有機物)

生 物

- (7) 下線部Eについて、カルビン回路において、1分子の二酸化炭素が固定された場合、生成するPGAと、有機物(C₆化合物)の合成に利用されるGAPの分子数(個)として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つずつ選びなさい。(解答番号

9

 ,

10

)

PGA . . .

9

GAP . . .

10

- ① 1/3 ② 1/2 ③ 1 ④ 2 ⑤ 3 ⑥ 6

生 物

問2 光合成速度に関して、次の文章を読み、(1)～(4)に答えなさい。

(解答番号 11 ～ 14)

二酸化炭素濃度と温度が一定の条件下で、植物 A と植物 B の葉を用いて、光の強さを変えて二酸化炭素の吸収速度を測定した。次の図 1 は、その結果を示したものである。

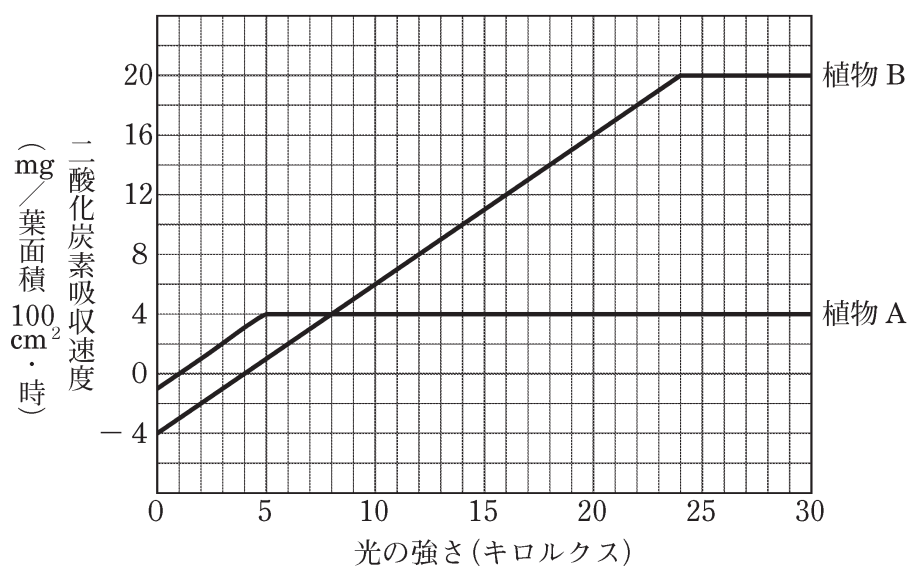


図 1

(1) 図 1 について、植物 A に関する記述として、最も適切なものを選択肢

①～④のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号 11)

- ① 光の強さが 1 キロルクスより弱いときは光合成をしない。
- ② 光の強さが 1 ～ 5 キロルクスのときは成長できない。
- ③ 光補償点は、光の強さ 5 キロルクスである。
- ④ 光の強さが 5 キロルクスのときの見かけの光合成速度は、4 (mg/葉面積 100 cm² · 時) である。

生 物

(2) 図1について、植物Aと植物Bに関する記述として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 12)

- ① 植物Aの呼吸速度は、植物Bの呼吸速度の4倍である。
- ② 光の強さが5キロルクスのとき、植物Aと植物Bの光合成速度はほぼ等しい。
- ③ 植物Aは陽生植物、植物Bは陰生植物と考えられる。
- ④ 光の強さが25キロルクスのときの植物Bの光合成速度は、植物Aの光合成速度のちょうど6倍である。

(3) 二酸化炭素濃度と温度が図1を測定したときと同じ条件下で、植物Bの葉面積 200 cm^2 の葉に25キロルクスの光を3時間照射した。3時間後に葉に蓄積したグルコースの質量(mg)として、最も近いものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。ただし、光合成産物はすべてグルコースであるとし、葉の内外へのグルコースの移動はないものとする。また、原子量は、C=12, H=1, O=16 とする。(解答番号 13)

- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 41 mg | ② 60 mg | ③ 82 mg |
| ④ 120 mg | ⑤ 164 mg | ⑥ 490 mg |

(4) 二酸化炭素濃度と温度が図1を測定したときと同じ条件下で、植物Aの葉に10キロルクスの光を1日のうち一定時間照射した。24時間後に葉に蓄積したグルコースの質量(mg)が0 mg のとき、1日のうち光を照射した時間として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。ただし、光合成産物はすべてグルコースであるとし、葉の内外へのグルコースの移動はないものとする。また、原子量は、C=12, H=1, O=16 とする。(解答番号 14)

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ① 2.2時間 | ② 4.0時間 | ③ 4.8時間 |
| ④ 6.0時間 | ⑤ 8.0時間 | ⑥ 9.6時間 |

生 物

〔Ⅱ〕 遺伝に関して、問 1 および問 2 に答えなさい。

(解答番号 15 ～ 27) (34点)

問 1 動物の配偶子形成に関して、次の文章を読み、(1)～(7)に答えなさい。

(解答番号 15 ～ 22)

有性生殖では、生殖細胞である配偶子が合体することで新個体が生じる。
動物では、配偶子を形成するときに、減数分裂が行われる。減数分裂は体細胞分裂とは異なる特徴をもち、生じる卵や精子などの配偶子の核相は n で、その遺伝子構成は多様である。

A
B C D

(1) 下線部 A について、次の a～c のうち、減数分裂に関する記述として正しいものはどれか。正しいものをすべて含む最も適切な組み合わせを選択肢①～⑦のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号 15)

- a 第一分裂と第二分裂の間に DNA 合成期がある。
- b 第一分裂の終期に、二価染色体が両極にある。
- c 第二分裂によって、DNA 量は第二分裂が起こる前とくらべて半減する。

- | | | | |
|---------|---------|-------------|---------|
| ① a のみ | ② b のみ | ③ c のみ | ④ a と b |
| ⑤ a と c | ⑥ b と c | ⑦ a と b と c | |

生 物

- (2) 下線部Bについて、動物において、配偶子形成がすべて正常に行われるとき、卵と精子をそれぞれ100個ずつつくるのに必要な一次卵母細胞と一次精母細胞の数として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つずつ選びなさい。(解答番号 16 , 17)

一次卵母細胞・・・ 16

一次精母細胞・・・ 17

- ① 10 ② 20 ③ 25 ④ 40 ⑤ 50 ⑥ 100

- (3) 下線部Cについて、減数分裂で生じる細胞の核相が n になる理由として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。
(解答番号 18)

- ① 第一分裂前期に、染色体が対合面で分離するから。
- ② 第一分裂後期に、染色体が対合面で分離するから。
- ③ 第二分裂前期に、染色体が縦裂面で分離するから。
- ④ 第二分裂後期に、染色体が縦裂面で分離するから。

- (4) 下線部Cについて、核相が n の細胞は1組のゲノムをもつ。ゲノムに関する記述として、誤っているものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 19)

- ① ゲノムとは、その生物の個体維持や生存に必要な遺伝情報の1組である。
- ② ヒトゲノムは、約30億塩基対のDNAからなる。
- ③ ヒトゲノムは、46本の染色体からなる。
- ④ ヒトゲノムには、約2万個の遺伝子がある。

生 物

- (5) 下線部Dについて、次のa～cのうち、減数分裂で生じる細胞の遺伝子構成が多様になる理由として正しいものはどれか。正しいものをすべて含む最も適切な組み合わせを選択肢①～⑦のうちから1つ選びなさい。

(解答番号 20)

- a 第一分裂で、相同染色体が別々の細胞に入るから。
- b 第一分裂前期に、相同染色体で乗換えが起こるから。
- c 第二分裂前期に、相同染色体で乗換えが起こるから。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ aとb
⑤ aとc ⑥ bとc ⑦ aとbとc

- (6) 下線部Dについて、ある動物の遺伝子型 **AAdd** の雄と、遺伝子型 **aaDD** の雌を交配させて、多くの F_1 を得た。続いて、この F_1 どうしを交配させて多くの F_2 を得た。 F_2 のうち、遺伝子型 **Aadd** の個体の割合として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。ただし、遺伝子 **A(a)** と **D(d)** は異なる染色体上に存在するものとする。

(解答番号 21)

- ① 1/16 ② 1/8 ③ 3/16
④ 1/4 ⑤ 5/16 ⑥ 1/2

- (7) 下線部Dについて、ある動物の遺伝子型 **AAdd** の雄と、遺伝子型 **aaDD** の雌を交配させて、多くの F_1 を得た。続いて、この F_1 どうしを交配させて多くの F_2 を得た。 F_2 のうち、遺伝子型 **AADD** の個体の割合として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。ただし、遺伝子 **A(a)** と **D(d)** は連鎖しており、雌雄ともに組換え価は20%とする。

(解答番号 22)

- ① 1/20 ② 1/15 ③ 1/10
④ 1/4 ⑤ 1/100 ⑥ 1/200

問2 ビコイドに関して、次の文章を読み、(1)～(3)に答えなさい。

(解答番号 23 ～ 27)

ショウジョウバエでは、雌親の細胞($2n$ の細胞)で転写されたビコイド遺伝子の mRNA が卵に運ばれ、卵の前端に多く存在している。ビコイド遺伝子の mRNA は、受精後に翻訳されてビコイドタンパク質を合成し、胚内を拡散などによって移動して、前端から後端にかけて濃度勾配を形成する。この濃度勾配に応じて、各領域で分節遺伝子^Aが発現する。ビコイド遺伝子は胚の前後軸を決める遺伝子の1つで、ビコイドタンパク質が合成できないと、^B頭部構造が異常になる。

(1) 下線部Aについて、分節遺伝子の発現する順番として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。(解答番号 23)

- ① ギャップ遺伝子→ペアルール遺伝子→セグメントポラリティ遺伝子
- ② ギャップ遺伝子→セグメントポラリティ遺伝子→ペアルール遺伝子
- ③ ペアルール遺伝子→ギャップ遺伝子→セグメントポラリティ遺伝子
- ④ ペアルール遺伝子→セグメントポラリティ遺伝子→ギャップ遺伝子
- ⑤ セグメントポラリティ遺伝子→ギャップ遺伝子→ペアルール遺伝子
- ⑥ セグメントポラリティ遺伝子→ペアルール遺伝子→ギャップ遺伝子

(2) 下線部Aについて、分節遺伝子のはたらきで、各体節ではホメオティック遺伝子が発現する。ホメオティック遺伝子に関する記述として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 24)

- ① ショウジョウバエでは、5種類ある。
- ② 体節の分化を決定する調節遺伝子である。
- ③ ホメオドメインとよばれる塩基配列をもつ。
- ④ 脊椎動物はもっていない。

生 物

(3) 下線部Bについて、ビコイド遺伝子の野生型を B ，変異型を b とする。

ホモ接合体 bb で転写された mRNA ではビコイドタンパク質を合成できないが，野生型ホモ接合体 BB とヘテロ接合体 Bb で転写された mRNA は十分量のビコイドタンパク質を合成できる。次の 3 組の交配で生じる次世代の表現型の分離比(頭部構造が正常：頭部構造が異常)として，最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから 1 つずつ選びなさい。なお，同じものをくり返し選んでもよい。(解答番号 25 ～ 27)

Bb (雌) $\times$ bb (雄) . . . 25

bb (雌) $\times$ Bb (雄) . . . 26

Bb (雌) $\times$ Bb (雄) . . . 27

① 1 : 0

② 1 : 1

③ 0 : 1

④ 3 : 1

⑤ 2 : 1

⑥ 1 : 2

〔Ⅲ〕 神経に関して、問 1 および問 2 に答えなさい。

(解答番号 28 ～ 40) (33点)

問 1 自律神経系に関して、次の文章を読み、(1)～(9)に答えなさい。

(解答番号 28 ～ 36)

脊椎動物には、体外環境が変化しても、体内環境を一定の範囲内に維持する^Aしくみがあり、そのしくみにはたらくものの 1 つが自律神経系である。自律神経系は末梢神経系に含まれ、交感神経^Bと副交感神経^Cからなり、接続する器官^Dに対して互いに反対の作用を起こすことで調節を行う。自律神経系の中樞は[ア]にあり、交感神経は脊髄から伸び、副交感神経は[イ]や延髄、脊髄の一部から伸び、内臓などの各器官に接続してそのはたらきを調節している。

心臓は、一定のリズムで自動的に拍動している。これは、[ウ]に存在するペースメーカー^{どうほうけっせつ}(洞房結節)にある細胞が周期的に興奮するためである。心臓拍動の中樞は[エ]にあり、運動時には血液中の[オ]濃度の上昇を感知して調節を行う。自律神経系が心臓の拍動にどのように作用しているかを調べるために、次の実験 1 を行った。

生 物

実験1 カエルの心臓(心臓1と心臓2)とビーカー(ビーカー1とビーカー2)を図1のようにチューブでつなぎ、ビーカー内には生理的塩類溶液(カエルの体液に似た塩類溶液)であるリンガー液を入れ、ビーカー1から心臓2の方向にリンガー液が流れるようにした。心臓1に接続している自律神経Xを電気刺激すると、心臓1の拍動数が減少した。

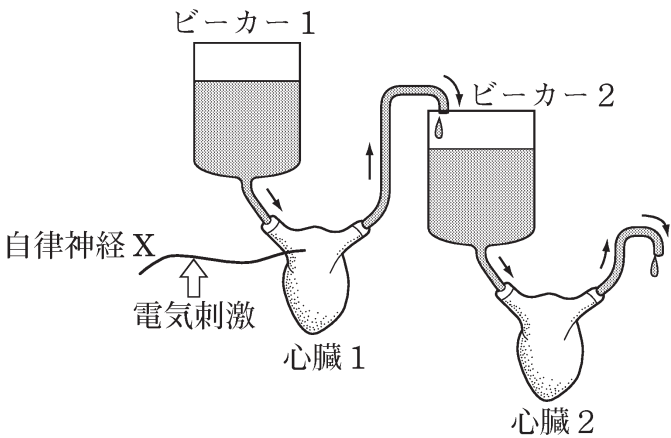


図1

(1) 文中の[ア]・[イ]に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号

28

)

選択肢	ア	イ
①	間脳(視床下部)	小 脳
②	間脳(視床下部)	中 脳
③	大 脳	小 脳
④	大 脳	中 脳

生 物

- (2) 文中の[ウ]～[オ]に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものを選択肢①～⑧のうちから1つ選びなさい。(解答番号 29)

選択肢	ウ	エ	オ
①	右心房	小 脳	酸 素
②	右心房	小 脳	二酸化炭素
③	右心房	延 髄	酸 素
④	右心房	延 髄	二酸化炭素
⑤	右心室	小 脳	酸 素
⑥	右心室	小 脳	二酸化炭素
⑦	右心室	延 髄	酸 素
⑧	右心室	延 髄	二酸化炭素

- (3) 下線部Aについて、ヒトの空腹時の血糖濃度は、ほぼ一定の値に維持されている。ヒトの空腹時の標準的な血糖濃度(mg/100 mL)として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから1つ選びなさい。

(解答番号 30)

- ① 0.01 mg/100 mL ② 0.1 mg/100 mL ③ 1 mg/100 mL
 ④ 10 mg/100 mL ⑤ 100 mg/100 mL ⑥ 1000 mg/100 mL

生 物

(4) 下線部Bについて、末梢神経系は脳や脊髄などの中枢から出入りする。

次の a～c のうち、ヒトの末梢神経系と中枢の構造に関する記述として正しいものはどれか。正しいものをすべて含む最も適切な組み合わせを選択肢①～⑦のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号 31)

- a 末梢神経系は、12対の脳神経と31対の脊髄神経からなる。
- b 自律神経は、脊髄の腹根を通る。
- c 脳と脊髄では、皮質にニューロンの細胞体が集中している。

- | | | | |
|---------|---------|-------------|---------|
| ① a のみ | ② b のみ | ③ c のみ | ④ a と b |
| ⑤ a と c | ⑥ b と c | ⑦ a と b と c | |

(5) 下線部Cについて、次の a～c のうち、交感神経に関する記述として正しいものはどれか。正しいものをすべて含む最も適切な組み合わせを選択肢①～⑦のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号 32)

- a 中枢を出て、接続する器官の直前で必ず次の神経とシナプスを形成する。
- b 瞳孔(ひとみ)を拡大する。
- c 血圧を上げる。

- | | | | |
|---------|---------|-------------|---------|
| ① a のみ | ② b のみ | ③ c のみ | ④ a と b |
| ⑤ a と c | ⑥ b と c | ⑦ a と b と c | |

生 物

- (6) 下線部Dについて、次の a～c のうち、副交感神経に関する記述として正しいものはどれか。正しいものをすべて含む最も適切な組み合わせを選択肢①～⑦のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号 33)

- a 発汗を促進する。
- b 気管支を拡張する。
- c 胃腸のぜん動を促進する。

- | | | | |
|---------|---------|-------------|---------|
| ① a のみ | ② b のみ | ③ c のみ | ④ a と b |
| ⑤ a と c | ⑥ b と c | ⑦ a と b と c | |

- (7) 実験 1 について、次の a～c のうち、自律神経 X に関する記述として正しいものはどれか。正しいものをすべて含む最も適切な組み合わせを選択肢①～⑦のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号 34)

- a 副交感神経である。
- b 介在ニューロンが集まってできている。
- c 加えた電気刺激により、自律神経 X の興奮は抑制される。

- | | | | |
|---------|---------|-------------|---------|
| ① a のみ | ② b のみ | ③ c のみ | ④ a と b |
| ⑤ a と c | ⑥ b と c | ⑦ a と b と c | |

- (8) 実験 1 について、リンガー液に加えると心臓の拍動数を増加させる物質として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから 1 つ選びなさい。
(解答番号 35)

- | | | |
|----------|------------|----------|
| ① インスリン | ② 糖質コルチコイド | ③ グルカゴン |
| ④ パラトルモン | ⑤ バソプレシン | ⑥ アドレナリン |

生 物

(9) 実験 1 に関する記述として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから 1 つ選びなさい。(解答番号

36

)

- ① 心臓 1 に少し遅れて、心臓 2 の拍動数が減少する。
- ② 心臓 1 に少し遅れて、心臓 2 の拍動数が増加する。
- ③ 心臓 1 と同時に、心臓 2 の拍動数が減少する。
- ④ 心臓 2 の拍動数は、変化しない。

問2 ニューロンに関して、次の文章を読み、(1)～(3)に答えなさい。

(解答番号 37 ～ 40)

ニューロンは、受容器からの情報を中枢へ伝えたり、中枢からの情報を効果器に伝えたりする細胞である。ニューロンに閾値以上の刺激を与えると、活動電位が発生し、ニューロンは興奮する。この興奮が電気信号として中枢や効果器へ伝わる。ニューロンの軸索の細胞膜には、さまざまな輸送タンパク質が存在しており、ニューロンのはたらきに重要な役割を果たしている。

2つの電極を用いて、ニューロンの軸索の膜電位を測定した。ニューロンに刺激を与えていない状態から、閾値以上の刺激を与えると、次の図2に示すように軸索の膜電位が大きく変化した。

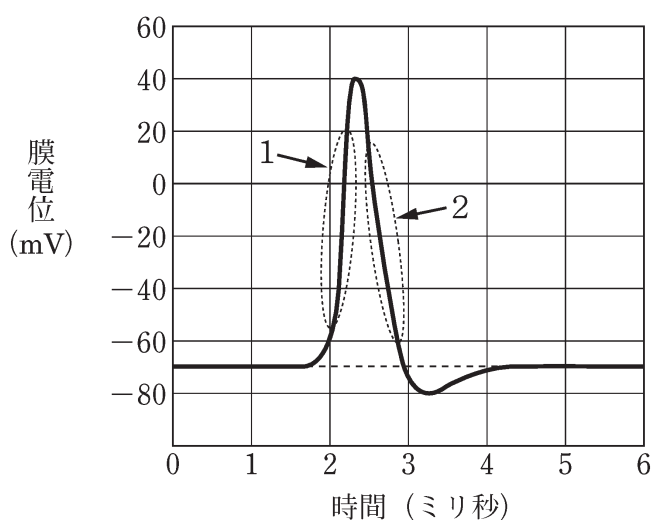


図2

生 物

(1) 下線部Aについて、輸送タンパク質に関する記述として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。(解答番号 37)

- ① 常時はたらいているナトリウムポンプが細胞内へ Na^+ を、細胞外へ K^+ を輸送する。
- ② 閾値以上の刺激を与えると開く電位依存性 Na^+ チャネルが開くと Na^+ が細胞内から細胞外へ移動する。
- ③ 閾値以上の刺激を与えると開く電位依存性 K^+ チャネルが開くと K^+ が細胞外から細胞内へ移動する。
- ④ 常時開いている K^+ チャネルによって K^+ が細胞内から細胞外へ移動する。

(2) 下線部Bについて、測定に用いた2つの電極に関する記述として、最も適切なものを選択肢①～④のうちから1つ選びなさい。

(解答番号 38)

- ① 基準電極を軸索内に、記録電極を軸索外に設置して測定した。
- ② 記録電極を軸索内に、基準電極を軸索外に設置して測定した。
- ③ 基準電極と記録電極のどちらも、軸索内に設置して測定した。
- ④ 基準電極と記録電極のどちらも、軸索外に設置して測定した。

- (3) 図 2 中の 1 と 2 で起こっていることに関する記述として、最も適切なものを選択肢①～⑥のうちから 1 つずつ選びなさい。

(解答番号

39

 ,

40

)

1 で起こっていること . . .

39

2 で起こっていること . . .

40

- ① 主に H^+ が細胞内から細胞外へ移動する。
- ② 主に H^+ が細胞外から細胞内へ移動する。
- ③ 主に Na^+ が細胞内から細胞外へ移動する。
- ④ 主に Na^+ が細胞外から細胞内へ移動する。
- ⑤ 主に K^+ が細胞内から細胞外へ移動する。
- ⑥ 主に K^+ が細胞外から細胞内へ移動する。