

〔Ⅲ〕 ニューロンの興奮と伝導に関する次の文章を読み、問1～問6に答えよ。答えは解答欄に記入せよ。

図1は、ニューロンの膜電位を測定するための実験装置を模式的に示している。この実験では、ニューロンの膜電位を測定するため、ある動物からニューロンを取り出して適切な生理的塩類溶液に浸した。次に、記録電極と基準電極をオシロスコープに接続し、記録電極の先端がニューロンの外側にあるとき、オシロスコープが示す電位が0(ゼロ)mVになるように実験装置を調整した。その後、記録電極の先端をニューロン内へ挿入したところ、オシロスコープが示す電位が瞬間的に -60 mV になり、そのまま安定した。この時の電位を **ア** とよぶ。^(a)次に、電流発生装置から刺激電極にある大きさの電流を流したところ、図2に示すように、オシロスコープが示す電位が一過的に約 $+40\text{ mV}$ となり、数ミリ秒以内に元の電位に戻った。このような電位を^(b) **イ** とよび、ニューロンが **イ** を発生することを「ニューロンの興奮」とよぶ。

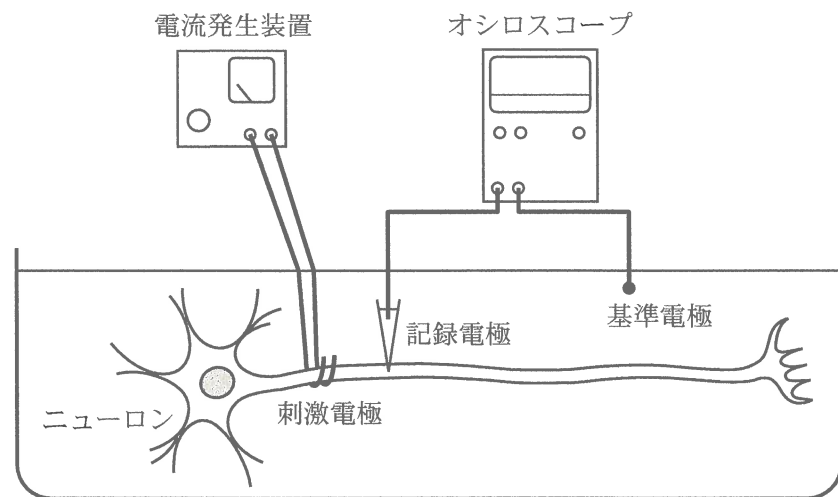


図1

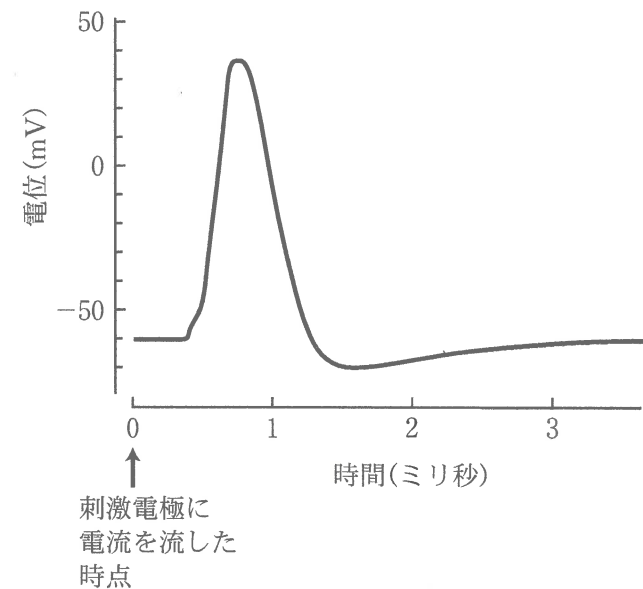


図2

問1 文章中の **ア** と **イ** に最も適切な語句を答えよ。

問2 ニューロンを浸した生理的塩類溶液の Na^+ (ナトリウムイオン)の濃度を下げ、 K^+ (カリウムイオン)の濃度を上げたとき、下線部(a)の電位はどうなると考えられるか。最も適切なものを次の①～⑤から一つ選び、番号で答えよ。

- ① K^+ がチャネルを通過してニューロン内に入りやすくなるので、電位がより上昇する。
- ② K^+ がチャネルを通過してニューロン内に入りやすくなるので、電位がより低下する。
- ③ ニューロンの膜はイオンを通しにくいので、電位は変化しない。
- ④ Na^+ がチャネルを通過してニューロンの外へ出やすくなるので、電位がより上昇する。
- ⑤ Na^+ をニューロンの外へくみ出すポンプの働きが弱くなるので、電位がより低下する。

問 3 下線部(b)の電位変化は、刺激電流によってニューロンの膜にある二つのチャンネルを通して膜を横切るイオンの流れが変化することで生じる。図 3 は、下線部(b)の電位変化が発生しているときのニューロンの膜にあるチャンネル A とチャンネル B を通るイオンの量を示している。それぞれのチャンネルを通るイオンの名前を記せ。ただし、イオンの流れる向きが同じとは限らないものとする。

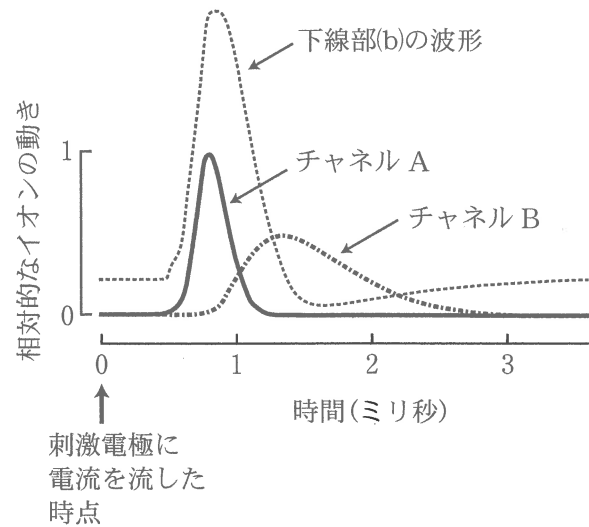


図 3

問 4 記録電極と刺激電極との間隔は変えずに刺激電極により大きい電流を流したとき、および、記録電極と刺激電極との間隔をさらに大きくして同じ大きさの電流を流したとき、下線部(b)で示した電位変化の開始時間と波形はどのように考えられるか。それぞれの実験結果として最も適切なものを次の①～⑤から一つずつ選び、番号で答えよ。

- ① 電位変化の開始時間は変化せず、波形の高さがより大きくなる。
- ② 電位変化の開始時間は変化せず、波形の持続時間が長くなる。
- ③ 電位変化の開始時間と波形のどちらも変化しない。
- ④ 波形は変化しないが、電位変化の開始時間が早くなる。
- ⑤ 波形は変化しないが、電位変化の開始時間が遅くなる。

正しくは「極」

問 5 刺激の間隔を十分に長く取って刺激電流から同じ大きさの電流を 2 回流したところ、それぞれの刺激に応じて下線部(b)の電位変化が発生した。次に刺激の間隔を徐々に短くして同様の実験を繰り返したところ、ある時点で 2 回目の刺激に対する下線部(b)の発生が見られなくなった。その理由を 50 字以内で記せ。

問 6 ゼリガニとイカのニューロンの軸索で興奮の伝導速度を測定したところ、ゼリガニの軸索では約 18 m/秒、イカの軸索では約 35 m/秒であった。このような伝導速度の違いを生じた理由として最も適切なものを次の①～⑥から一つ選び、番号で答えよ。

- ① ゼリガニの神経鞘は髄鞘をもつが、イカの神経鞘は髄鞘をもたないから。
- ② イカの神経鞘は髄鞘をもつが、ゼリガニの神経鞘は髄鞘をもたないから。
- ③ ゼリガニの神経もイカの神経も髄鞘をもつが、イカの神経の方がランビエ絞輪の間隔が広いから。
- ④ ゼリガニの神経もイカの神経も髄鞘をもつが、ゼリガニの神経の方がランビエ絞輪の間隔が広いから。
- ⑤ ゼリガニの神経もイカの神経も髄鞘をもたないが、イカの神経の軸索の方が太いから。
- ⑥ ゼリガニの神経もイカの神経も髄鞘をもたないが、ゼリガニの神経の軸索の方が太いから。