

## 2

## 《情報伝達 4》

次の文 1, 2 を読み, 問 1 ~ 問 4 に答えよ。

(25 点)

[文 1] 神経細胞内の情報伝達は, 細胞膜を介した電位変化によって行われる。通常, (a)動物の細胞では, カリウムイオン ( $K^+$ ) は細胞の内部の方が外部よりも濃度が高く, ナトリウムイオン ( $Na^+$ ) は外部の方が内部よりも濃度が高いが, 神経細胞も例外ではない。また, 平常時の細胞膜は  $Na^+$  よりも  $K^+$  に対する透過性の方が高いため, 細胞の内部から  $K^+$  が少しずつ流出し, 細胞の外側に対して内側が負に帯電している。このときの電位を [ 1 ] という。

神経細胞が刺激を受けると, 細胞膜の  $Na^+$  に対する透過性が高まり  $Na^+$  が細胞の内部に流入することによって, 膜内外の電位は逆転する。 $Na^+$  の透過性はすぐに低下し, 同時に  $K^+$  に対する透過性がさらに高まり, 細胞の内部から  $K^+$  が流出することによって, 次第に [ 1 ] に戻る。この一連の電位変化を [ 2 ] といい, [ 2 ] が発生することを (b)興奮という。興奮は神経細胞の隣接部を刺激し, その部分を興奮させる。これが繰り返されて興奮は刺激を受けた部分から両方向に伝わる。これを興奮の伝導とよぶ。神経細胞の軸索と神経鞘を合わせて神経繊維といい, [ 3 ] をもつ [ 4 ] 神経繊維と [ 3 ] をもたない [ 5 ] 神経繊維に分けられる。伝導の際, [ 4 ] 神経繊維では [ 6 ] 伝導が起こるので, 同じ太さであれば [ 5 ] 神経繊維より伝導速度が大きい。

問 1 文中の 1 ~ 6 に入る最も適当な語を答えよ。

(6 点)

問 2 下線部(a)について, なぜこのようなことが起こるのか, 簡潔に述べよ。

(5 点)

問 3 下線部(b)に関連して, 興奮の伝導・伝達にかかる時間を調べるため, 筋と筋につながる神経を取り出した (図 1)。A 点を刺激したところ 13 ミリ秒後に, B 点を刺激したところ 11 ミリ秒後に筋が収縮した。AB 間の距離は 60 mm である。これについて, 次の(1)~(4)の問いに答えよ。なお, 神経が刺激されてから興奮するまでの時間, 筋に興奮が伝わってから収縮するまでの時間はともに 0 ミリ秒とみなしてよい。また, 解答の際は考え方または計算式も示すこと。

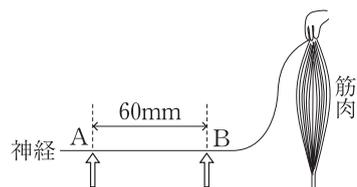


図 1

(1) 興奮が AB 間を伝導するのにかかる時間は何ミリ秒か。 (2 点)

(2) この神経細胞内を興奮が伝わる速さは何 [m/秒] か。 (2 点)

(3) B 点から筋と神経が接している点 (神経末端) までの距離が 270 mm のとき, この間を興奮が伝導するのにかかる時間は何ミリ秒か。 (2 点)

(4) 興奮が神経末端から筋に伝わるのにかかる時間は何ミリ秒か。 (2 点)

〔文2〕 発生の過程で体の構造がつくり上げられる際には、誘導作用をもつ物質の濃度勾配に従い、細胞に少しずつ異なる情報が伝えられることで、秩序立った構造が形成される例が知られている。

ニワトリの四肢形成の際には、四肢の原基となる肢芽という隆起が生じる。ニワトリの前肢（翼）には、前から順に1指、2指、3指と名づけられた3本の指があり（4指、5指は退化）、前肢の前後の方向がよくわかる（図2）。

前肢の肢芽の後部にはZPAという、指の形成（前後方向の分化）に重要な役割を果たす部位がある。ZPAから分泌され、拡散する物質Mが、指の形成を決定していると考えられている。ZPAおよび物質Mの働きを調べるため、次の実験を行った。

**実験** 他個体のZPAを肢芽の前部に移植すると、前後に鏡像的相称な重複指が形成された（図3）。移植するZPAの細胞数を減らし、<sup>(c)</sup>ZPAの一部を肢芽の前部に移植すると4本の指が得られた。それぞれの移植実験において、ZPAの細胞抽出液を寒天で固めたものをZPAの代わりに移植しても同じ結果であった。



図2

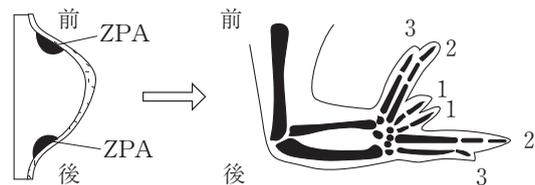


図3

**問4** 物質Mの働きに関して、次の(1)、(2)の問いに答えよ。

- (1) 物質Mとニワトリ前肢の指の形成について推定されることを簡潔に述べよ。(4点)
- (2) 下線部(c)の4本の指のうち、最前部(図の最上部)に形成される可能性が最も低いのは1指、2指、3指のどれか。指の名称(1指、2指、3指)で答えよ。(2点)