

神経生物学 (1 / 2)

(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[1] 体温 (37 °C) における神経細胞内外のイオンの平衡電位 (E_{ion}) は、ネルンストの式により次のように表される。以下の問いに答えなさい。ただし、必要であれば次の値を用いなさい。
($\log 2=0.30$, $\log 3=0.48$) (計 35 点)

$$E_{ion} = 61.5 \times \frac{1}{z} \times \log \left(\frac{[ion]_{out}}{[ion]_{in}} \right)$$

z : イオンの電荷数

$[ion]_{out}$: 細胞外液のイオン濃度

$[ion]_{in}$: 細胞内液のイオン濃度

- (1) カリウムイオンは、細胞外に比べて細胞内では 20 倍高い濃度で存在している。このとき、カリウムイオンの平衡電位を有効数字 2 桁で求めなさい。(5 点)
- (2) ナトリウムイオンは、細胞内に比べて細胞外では 9 倍高い濃度で存在している。このとき、ナトリウムイオンの平衡電位を有効数字 2 桁で求めなさい。(5 点)
- (3) 神経細胞の静止膜電位は、主にナトリウムイオンとカリウムイオンとにより決まっており、約 -65 mV である。これは、(1) と (2) とで得られたいずれの平衡電位とも異なっている。静止膜電位は、どのようにして決まっているか説明しなさい。(5 点)
- (4) 神経細胞において、膜電位がある閾値を超えると活動電位が発生する。この閾値は、何によって決まっているか答えなさい。(5 点)
- (5) 活動電位が発生する時、膜電位がなぜ大きく脱分極するのかを、イオンの平衡電位との関係から説明しなさい。(5 点)
- (6) 活動電位が終了して再分極する時には、静止膜電位より過分極したのちに、静止膜電位に戻る。これはどのようなメカニズムによるのかを、イオンの平衡電位との関係から説明しなさい。(5 点)
- (7) 軸索を活動電位が伝わる時に、逆戻りせずに一方向にしか伝わらないのはなぜか答えなさい。(5 点)

神経生物学 (2 / 2)

(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[2] 化学感覚細胞における識別機構に関する次の問いにそれぞれ 150 字以内で答えなさい。感覚細胞の情報が中枢にどのように伝達されるのかについても述べること。(計 35 点)

- (1) 脊椎動物の味細胞の情報がどのように中枢に送られているかは最終的な結論は得られていない。1 個の味細胞が複数の味質に応答するという電気生理学の実験データがある。もしこれが正しいとすると、異なる味質はどのように識別可能であるかを考察しなさい。(12 点)
- (2) 脊椎動物の 1 個の嗅細胞には 1 種類の嗅覚受容体が発現していることがわかっている。ヒトの嗅覚受容体は 340 種類ほどある。ヒトは数千種類の化学物質を嗅覚によって識別できると言われているが、それはどのようなメカニズムによるか答えなさい。(12 点)
- (3) ある昆虫の 2 個の嗅細胞から異なる 2 種類の匂いに対する 1 秒間のスパイク数を記録したところ、2 個の嗅細胞でスパイク数にほとんど差がなかった。しかし、行動実験で昆虫はこれらの 2 種類の匂いを別の匂いとして識別できることがわかった。どのようなメカニズムで識別が可能であるか答えなさい。ただし、上に述べた 2 個の嗅細胞のほかには、これらの匂いに応答する嗅細胞はないものとする。(11 点)

[3] 中枢神経系に関する次の問いに答えなさい。(計 30 点)

- (1) 大脳皮質において、似た性質を持った神経細胞が皮質の表面に垂直な方向に伸びた小領域に集まって存在することをカラム構造と呼ぶ。サルの 1 次視覚野 (視覚皮質) には 3 つのカラム構造が知られている。それらはそれぞれどのような性質をもった神経細胞から成るカラム構造か答えなさい。(15 点)
- (2) 感覚入力の遮断や神経切断などにより、脳のカラム構造に変化が生じたり、体性感覚野や運動野の体部位局在地図の変化なども起こる。このような変化について、例を 2 つ挙げて説明しなさい。(15 点)