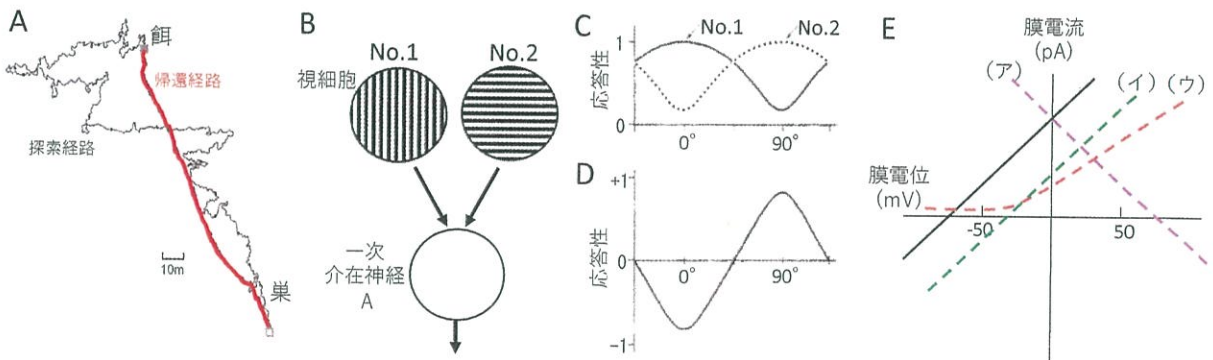


問題番号 [10] <神経生物学>

次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。(計 50 点)

ある昆虫の餌探索行動を観察すると、餌を発見するまでの経路に関係なく、餌を発見した後の巣への帰還経路は、ほぼ直線であった(図 A)。この結果はこの昆虫が自分と巣との位置関係を把握していることを示している。この位置関係の把握には、太陽光によって作られる天空の偏光の向きのパターンが重要であることが分かった。この昆虫は、特殊な視細胞群を用いて天空の偏光の向きを読み取ることによって、方位を知ることができた。

この特殊な視細胞群は、光の強度に応じて応答するだけでなく特定の偏光方向に強く応答する性質を持っている。これらのうち視細胞 No. 1 と視細胞 No. 2 は下流の一次介在神経 A に化学シナプスを形成している(図 B)。図 C は、偏光の向きを変化させたときの光刺激(光強度は一定)に対する視細胞 No. 1 と視細胞 No. 2 の応答性を示す。図 D は、一次介在神経 A の応答を同様に測定した結果である。



C,Dグラフ横軸：偏光の向き
C,Dグラフ縦軸：スパイク頻度の相対変化(暗条件でのスパイク頻度を0とした)

- (1) 化学シナプスには抑制性と興奮性の2種類のシナプスがある。抑制性と興奮性のシナプス入力の例を一つずつ、それぞれ 50-150 字程度で説明しなさい。リガンドの種類、受容体の種類、膜電位の変化を含めて記載すること。(10 点)
- (2) 図 C と図 D から、一次介在神経 A には視細胞 No. 1 と視細胞 No. 2 からそれぞれどのようなシナプス入力がかかっていると考えられるか答えなさい。ただし、他の神経細胞からの入力はないものとする。(10 点)
- (3) 一次介在神経 A における視細胞 No. 1 と視細胞 No. 2 からの情報の統合は、偏光の検出にどのような役割をされると考えられるか、50-150 字程度で答えなさい。ただし、視細胞 No. 1 と視細胞 No. 2 の光強度への応答性は同じであるとする。(10 点)
- (4) シナプス入力が抑制性か興奮性かはリガンドの種類だけでは決まらない。例えば、リガンド B が同じ Cl⁻イオンチャネルを介して作用する場合でも、抑制が引き起こされるシナプス後細胞と興奮が引き起こされるシナプス後細胞がある。これは細胞内の Cl⁻イオン濃度の違いに起因する。抑制と興奮が起こる機構を、次の語句をすべて用いて説明しなさい。(15 点)

語句：Cl⁻イオン濃度、ネルンストの式、静止膜電位

参考：20°Cでのネルンストの式 $E' = \frac{58}{z} \log_{10} \frac{[ion]_o}{[ion]_i}$

(z：移動電子数、[ion]_o：イオンの細胞外濃度、[ion]_i：イオンの細胞内濃度)

- (5) (4) のリガンド B 存在下で、シナプス後細胞の膜電位を変化させながら膜を通過する電流をパッチクランプ法で測定した(図 E)。リガンド B が抑制的に作用するシナプス後細胞では黒い実線のような結果が得られた。リガンド B が興奮性に作用するシナプス後細胞を用いて同じ実験を行った場合の結果を、(ア)-(ウ)の中から選びなさい。ただし、この実験は生体内のイオン環境を維持したまま行い、膜やチャネルの性質の違いはないと考える。(5 点)