

神経生物学 1/2

[1] 樹状突起(dendrite)と軸索(axon)に関連した次の問いに答えなさい。(計 30 点)

(1) 樹状突起と軸索とは、様々な違いがあることが知られている。構造、機能、細胞骨格、局在する分子のそれぞれについて、どのような違いがあるのか説明しなさい。

(12 点)

(2) 発生過程における軸索の伸長方向の制御に関わる分子について、誘引性の制御と反発性の制御のそれぞれについて例を 1 つ挙げ簡単に説明しなさい。(10 点)

(3) 樹状突起と軸索とができる分子メカニズムを明らかにすることを目的として、次のような実験を行った。

マウス胎児の海馬から初代培養細胞を作製すると、培養開始直後では、神経細胞には多数の短い神経突起が観察される。このような神経細胞は、数日後に一本の神経突起が軸索に分化し、残りの神経突起が樹状突起に分化する。このとき、軸索は一本しかできない。このことを利用して、軸索が形成される分子機構を解析した。

①軸索が分化してきた直後にこの軸索をレーザーで切断すると、異なる神経突起が新たな軸索となった。

②軸索に局在しているタンパク質 A をこの神経細胞で高発現させると、複数の軸索を持つ神経細胞が形成された。

③RNAi を用いてタンパク質 A の発現を抑制すると、軸索が生じなかった。

④タンパク質 A とは異なるタンパク質 B の発現を抑制すると、1 つの神経細胞から複数の軸索が生じた。

⑤通常の神経細胞にタンパク質 B を高発現させても変化は見られないが、タンパク質 A とタンパク質 B とを同時に高発現させた場合には、タンパク質 A を高発現させたときはことなり、複数の軸索を持つ神経細胞は観察されなかった。

タンパク質 A とタンパク質 B とは、軸索の形成に関してどのような役割を果たしていると考えられるか、説明しなさい。(8 点)

[2] 視覚に関する次の問いに答えなさい（解答に図を含めてもよい）。(計 35 点)

(1) 脊椎動物の視細胞である桿体と錐体の構造と機能の違いを対比して説明しなさい。(20 点)

(2) 脊椎動物と昆虫の視細胞の構造と機能の違いを対比して説明しなさい。(15 点)

神経生物学 2/2

[3] マウス海馬スライスを用いた実験に関して下の問いに答えなさい。（計 35 点）

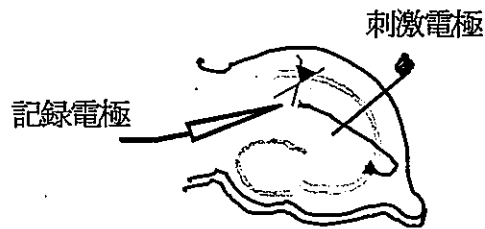


図 1



図 2

海馬神経細胞シナプスにおける伝達物質はグルタミン酸である。今、海馬スライスを人工脳脊髄液の中に維持し、細胞外記録電極、および電気刺激用の刺激電極を図 1 のように配置し、刺激によって誘導される集合電位を記録すると図 2 のような記録が得られた。

- (1) この記録波形の矢印 a が示す小さな電位変化は何を示すシグナルか書きなさい。
(5 点)
- (2) 十分な濃度の AMPA 型受容体のアンタゴニストを加えた人工脳脊髄液を投与しつつ電気刺激すると、どのような記録が得られるか、図 2 を参考にして図示しなさい。(5 点)
- (3) 十分な濃度の NMDA 型受容体のアンタゴニスト (D-AP5) を加えた人工脳脊髄液を投与しつつ電気刺激すると、どのような記録が得られるか。図 2 と比較して説明しなさい。また、そのような記録が得られると考える理由を簡単に説明しなさい。(5 点)
- (4) 短い時間間隔 (例えば 40 ミリ秒) で、2 回の連続刺激を行うと、2 回目の刺激に対する応答は、1 回目のそれに比べて大きくなった。このような現象が起こる理由を簡単に説明しなさい。(10 点)
- (5) このシナプスは高頻度刺激 (例えば 100 Hz, 1 秒) によって長期増強 (LTP) が誘導される。しかし、十分な濃度の D-AP5 を加えた人工脳脊髄液中で高頻度刺激を行うと、LTP の誘導が抑制された。この長期増強が誘導されるメカニズムについて簡単に説明しなさい。(10 点)