

神経生物学 (1 / 3)

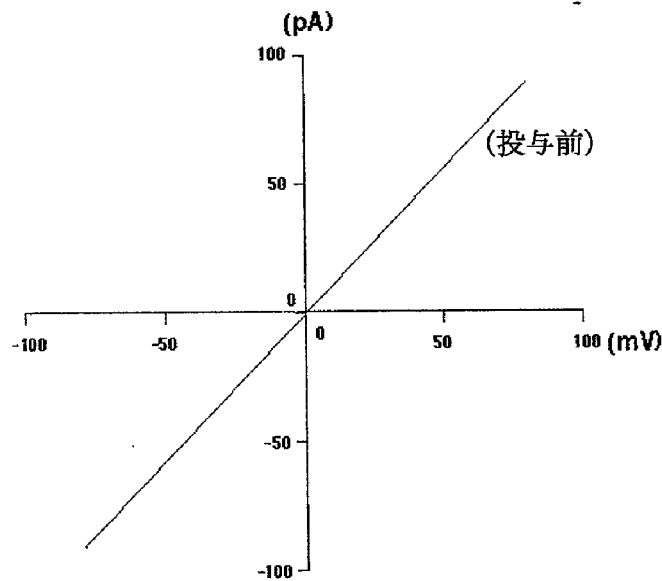
(注意) 問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[1] 次の語句について、それぞれ簡単に説明しなさい。(各 10 点、計 30 点)

- (1) 脱分極
- (2) 化学シナプス
- (3) 膜電位固定法

[2] 神経細胞では電解質を含んだ細胞内液と細胞外液が細胞膜によって隔てられており、細胞膜にはイオンを選択的に透過するイオンチャンネルが存在する。以下の問いに答えなさい。(計 20 点)

- (1) イオンチャンネルが開いた時、そのチャンネルを透過可能なイオンがチャンネルを通して流れる方向は何によって決まるか、簡単に説明しなさい。(5 点)
- (2) イオンの平衡電位とは何か、簡単に説明しなさい。(10 点)
- (3) 下図はあるイオンチャンネルの電流電圧特性を示している。このチャンネルのイオン選択性は変化させず、チャンネルの開口確率を大きくする作用を持つ薬物を投与した時、電流電圧特性はどのように変化すると考えられるか。投与前、投与後が解るように図示しなさい。(5 点)



神経生物学（2 / 3）

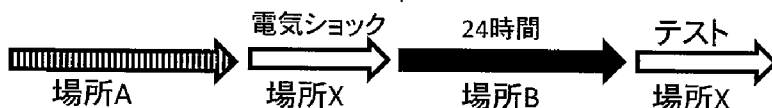
（注意）問題 [1] [2] [3] はそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

[3] 下記の文章を読んで、次ページの問いに答えなさい。（計 50 点）

O'Keefe らは海馬に「場所細胞 (place cells)」と呼ばれる場所の記憶に重要な細胞があることを発見し、2014 年にノーベル賞を受賞した。近年、海馬の神経細胞が場所に関わる様々な記憶に関与していることが明らかになってきた。c-Fos のプロモーターを用いて、薬剤に依存して活性化する転写因子を発現させることによって、特定の時期に活動した神経細胞だけに光遺伝学ツールであるチャンネルロドプシンなどを発現させることができる。そこで、この仕組みを使って、海馬の神経細胞が、場所に対する恐怖条件付けに関わる記憶の形成や想起にどのような影響を与えるかが次のような実験で調べられてきた。

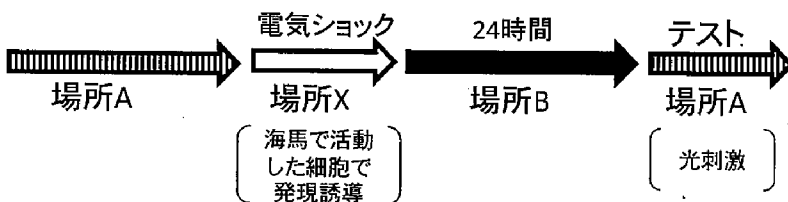
実験①

場所 A でしばらく飼育したマウスを、場所 X に移して電気ショックを与え恐怖条件付けを行った。このマウスを場所 B で 24 時間飼育した後に、場所 X に移すとマウスがフリーズと呼ばれる行動をしめた。



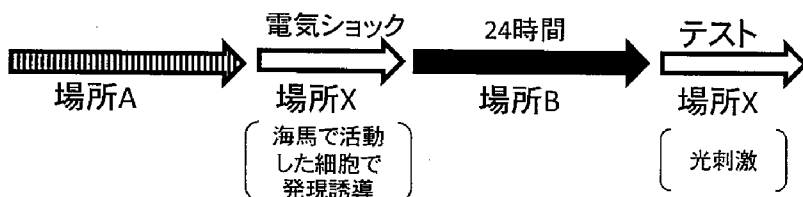
実験②

場所 A でしばらく飼育したマウスを、場所 X に移して電気ショックを与えたのち、場所 B に移して飼育した。場所 X にいる時に海馬で活動した神経細胞にだけ、チャンネルロドプシンまたは GFP(緑色蛍光タンパク質)のいずれかを発現させた。条件付け 24 時間後にこれらのマウスを場所 A に移して、海馬に対して光刺激を行ったところ、チャンネルロドプシンを発現させたマウスではフリーズが観察されたが、GFP を発現させたマウスではフリーズが観察されなかった。



実験③

場所 A でしばらく飼育したマウスを、場所 X に移して電気ショックを与えたのち、場所 B に移して飼育した。場所 X にいる時に海馬で活動した神経細胞にだけ、アーキロドプシンまたは GFP のいずれかを発現させた。条件付け 24 時間後にこれらのマウスを場所 X に移して、海馬に対して光刺激を行ったところ、アーキロドプシンを発現させたマウスではフリーズが抑制されたが、GFP を発現させたマウスではフリーズが抑制されなかった。



神経生物学 (3 / 3)

(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) 海馬の「場所細胞」とはどのような性質をもった細胞か、説明しなさい。(10 点)
- (2) c-Fos は、神経細胞における最初期遺伝子(Immediate Early Gene)の 1 つである。最初期遺伝子とはどのような性質を示す遺伝子か、説明しなさい。(6 点)
- (3) チャネルロドプシンは、光駆動性の陽イオンチャネルである。チャネルロドプシンを発現している神経細胞が、光刺激によって活性化するのはなぜか、説明しなさい。(6 点)
- (4) アーキロドプシンは、光駆動性のプロトンポンプである。アーキロドプシンを発現している神経細胞が、光刺激によって神経活動が抑制されるのはなぜか、説明しなさい。(6 点)
- (5) 実験②や③の結果だけでは、恐怖条件付けの有無にかかわらず、チャネルロドプシンやアーキロドプシンを発現している海馬の神経細胞に光刺激をただけで、フリーズの誘起 (実験②) またはフリーズの抑制 (実験③) を示す可能性がある。この可能性を除くためにはどのような対照実験を行って、どのような結果が得られれば良いと考えられるか、説明しなさい。(12 点)
- (6) (5) のような対照実験を行って、チャネルロドプシンやアーキロドプシンを発現している海馬の神経細胞に光刺激をただけでは、同じような行動を示さないとわかったとする。このとき、実験①から③でどのようなことが言えるかを説明しなさい。(10 点)