

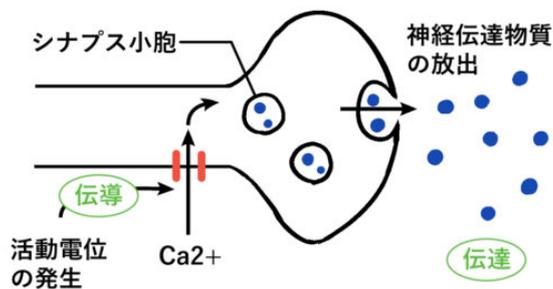
シナプスと伝達

あるニューロンから別のニューロンへ興奮が伝わる時、すなわち、シナプス領域で興奮が伝わる時、活動電流による電気的な信号ではなく、①_____という化学物質によって興奮が伝わる。この化学物質による興奮の伝わり方を②_____と呼ぶ。

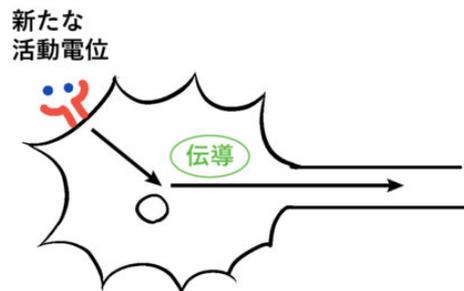
活動電位があるニューロンの③_____まで到達すると、④_____が開口し、カルシウムイオンが軸索末端に流入する。すると、軸索末端にたまっていた⑤_____にカルシウムイオンが到達し、シナプス小胞内の神経伝達物質が⑥_____される。この神経伝達物質が、次のニューロン（シナプス後細胞）の細胞膜の受容体に受け取られ、伝達が完了する。

★伝達の仕組みを図にしてみよう

(水管)
感覚ニューロン



(えら)
運動ニューロン



興奮性シナプスと抑制性シナプス

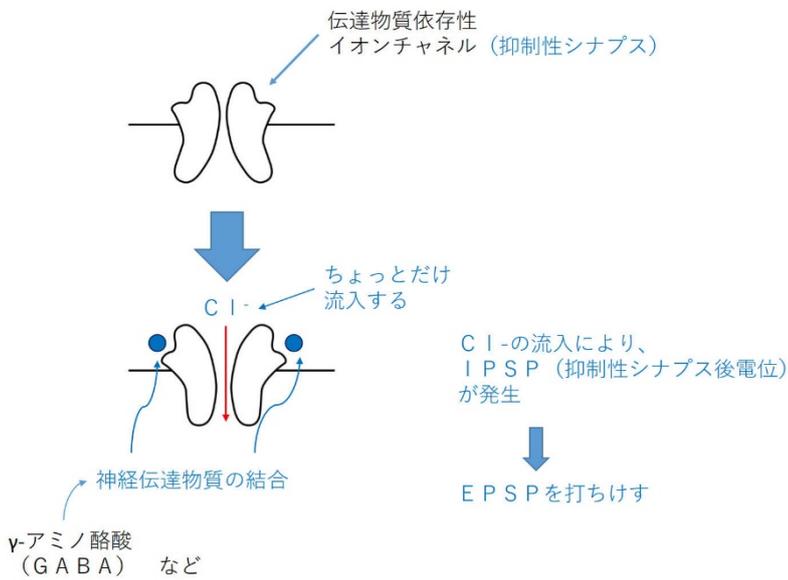
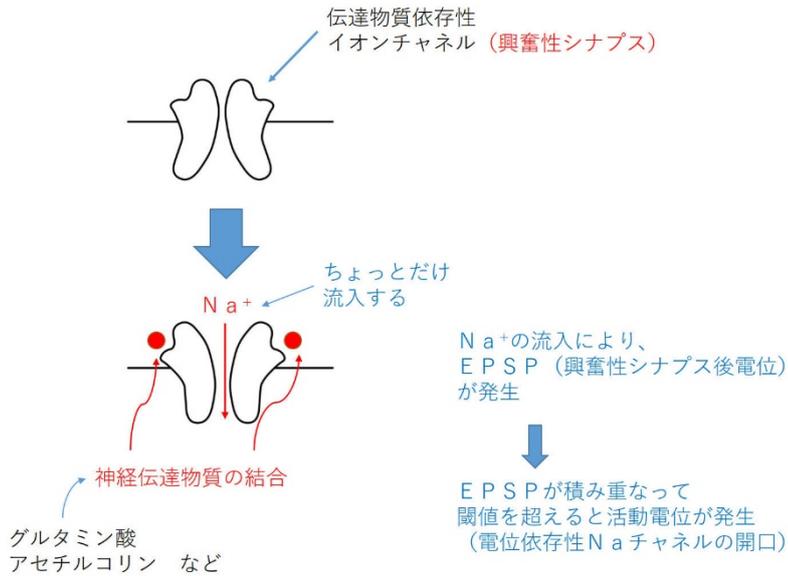
神経伝達物質には様々な物質が存在する。大きく2つに分ければ、興奮性シナプスで用いられる物質と、抑制性シナプスで用いられる物質に分けられる。興奮性シナプスで用いられる神経伝達物質としては、①_____、②_____、③_____などが多く、抑制性シナプスで用いられる神経伝達物質としては、④_____などがある。

活動電位の発生には、閾値を超える刺激が必要であることを既に学んだ。これらの神経伝達物質の役割は、この活動電位発生前の刺激の強さに深く関係している。例えば、脳内にて、グルタミン酸が受容体に結合すると、受容体がイオンチャネルと一体化しており、イオンチャネルが開口し、ナトリウムイオンなどの陽イオンが神経細胞内に少し流入する。この少し流入した陽イオンにより変化した電位のことを⑤_____と呼ぶ。このEPSPの総和が、閾値を超えれば活動電位が発生するのである。

また逆に、 γ -アミノ酪酸(GABA)が受容体に結合すると、流入するイオンは塩化物イオンなどの陰イオンであるため、EPSPを打ち消す方向に膜電位をシフトさせる。(⑥_____)このマイナス方向へ

の電位変化を、⑦ _____ と呼ぶ。

★EPSP と IPSP の発生の仕組みを図にしてみよう



問 5. シナプス後電位には，興奮性と抑制性の2種類がある。それぞれが生じるしくみで，最も関係の深い語句の組み合わせを，次の(a)~(f)の中から選びなさい。

- (a) カリウムチャネル・脱分極
- (b) カリウムチャネル・過分極
- (c) クロライドチャネル・脱分極
- (d) クロライドチャネル・過分極
- (e) ナトリウムチャネル・脱分極
- (f) ナトリウムチャネル・過分極

文2

神経細胞の興奮の伝達を計測する以下の実験を行った。図1のように神経細胞をその体内環境に近い組成をもつ細胞外液にひたして細胞外に基準電極を設置し、さまざまな条件でシナプスにつながる軸索を刺激し、細胞内の電位変化を測定した。図1中の2つの矢印はシナプスにつながる神経細胞①、②の軸索への電気刺激を模式的に表している。①と②の神経細胞を条件I～IIIで刺激し、図2のような電位変化をそれぞれ観察した。なお、同一の神経細胞に対して同一の刺激を与えたときには、同じシナプス後電位が発生するものとする。また、これらのシナプスでは神経伝達物質を介してのみ情報の伝達が行われ、グルタミン酸もしくはγ-アミノ酪酸(GABA)のどちらか一方のみが神経伝達物質としてはたらくものとする。

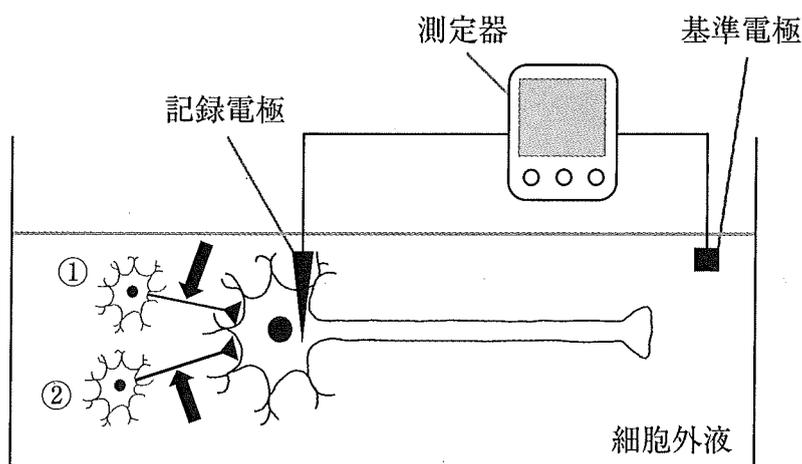


図1 電位測定環境1

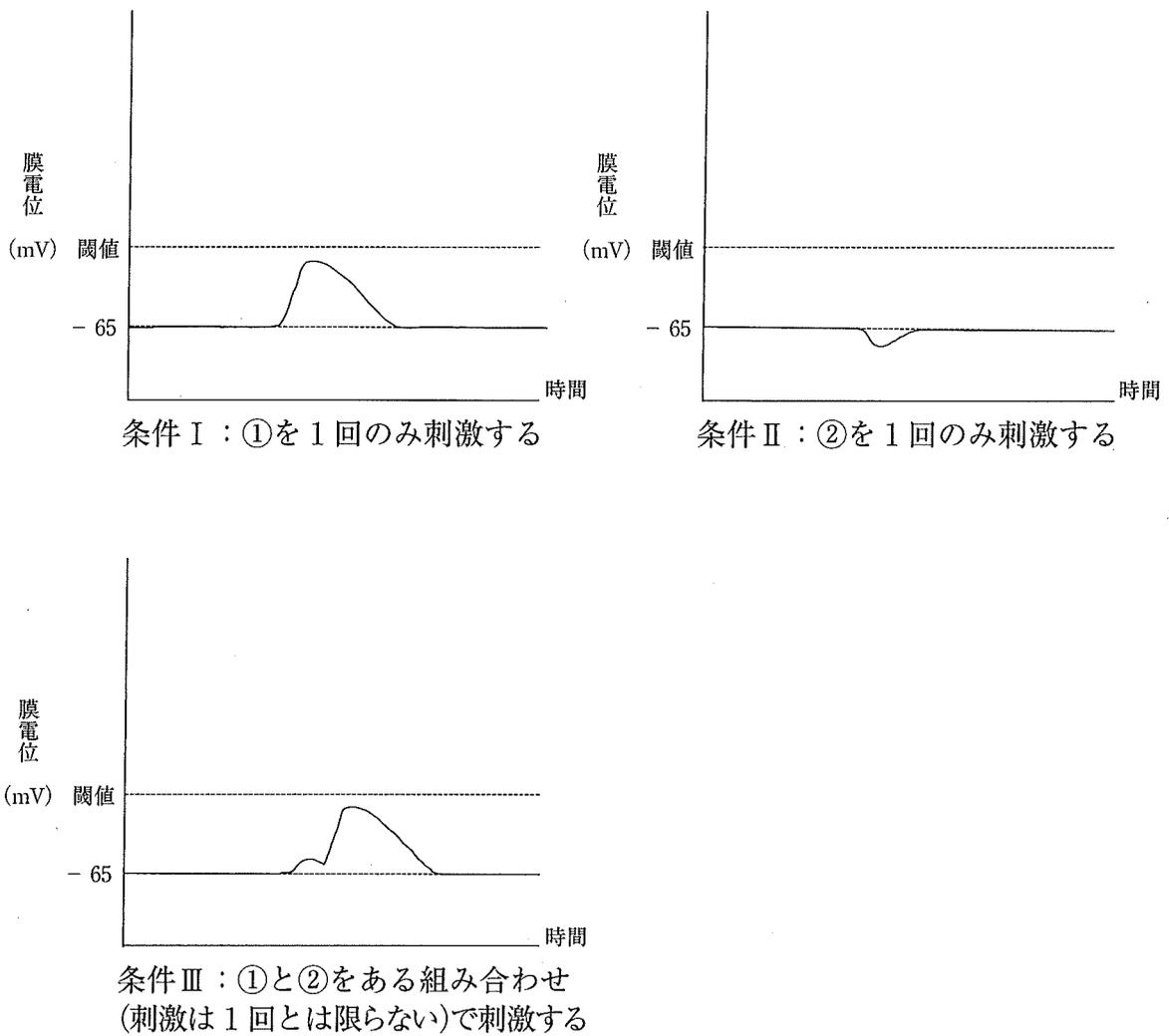


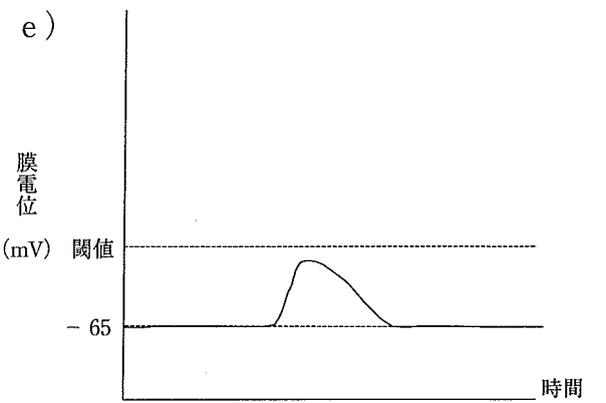
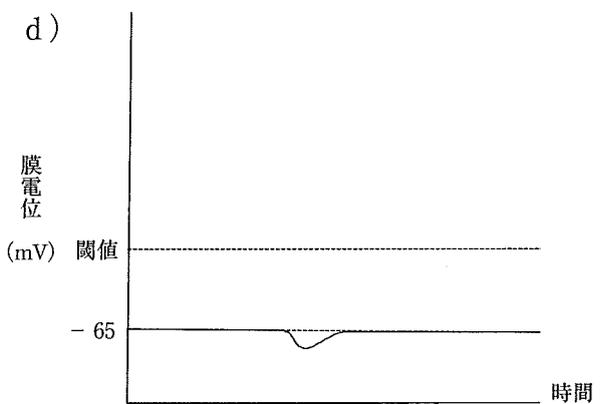
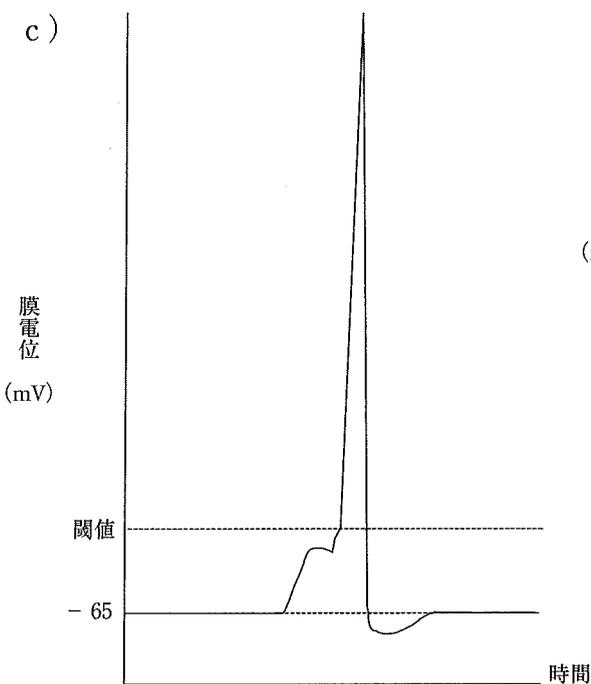
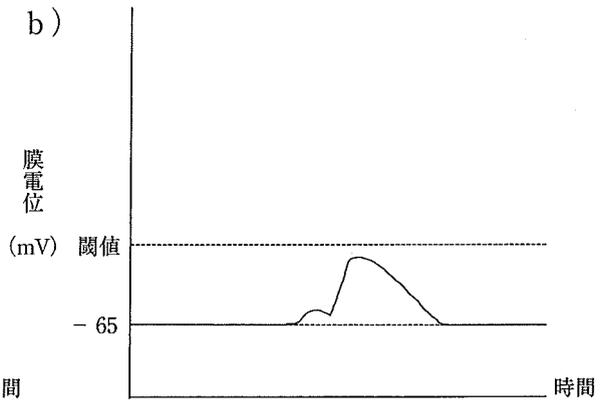
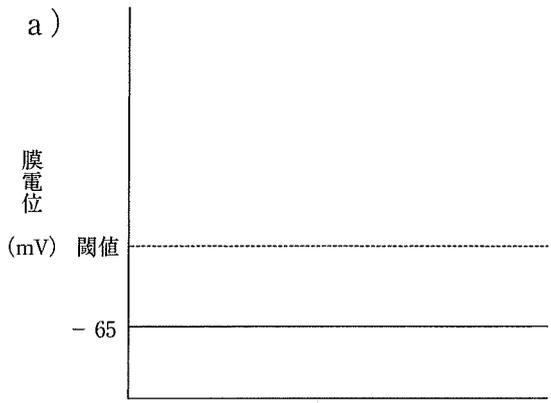
図2 各条件の下での電位変化

設問(7)：次に細胞外液を以下1～3に交換し、条件Ⅲと同じ刺激を行った時に得られると予想される電位変化に最も近いものを以下のa)～e)の図からそれぞれ選べ。

細胞外液1：グルタミン酸受容体のはたらきを完全に抑制する薬剤を添加した細胞外液

細胞外液2： Ca^{2+} を含まない細胞外液

細胞外液3：GABA受容体のはたらきを完全に抑制する薬剤を添加した細胞外液



中枢神経系(脳・脊髄)では、興奮性ニューロンと抑制性ニューロンとが組み合わさり、複雑な神経回路を形成して多様な情報処理を担っている。興奮性と抑制性のシナプス結合をもつ神経回路の例を図3Aと図3Bに示す。図3Aのすべてのニューロンと図3BのI4以外のニューロンは、同一の興奮性ニューロンとする。図3BのI4の神経細胞は抑制性ニューロンである。ここでは、神経細胞の活動電位の発生パターンについて見るため、一つの興奮性ニューロンによるシナプス後電位で活動電位が生じるものとする。また抑制性ニューロンにより、シナプス後細胞での活動電位の発生が一定時間抑制されるものとする。

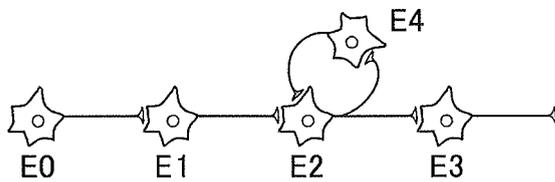


図3A

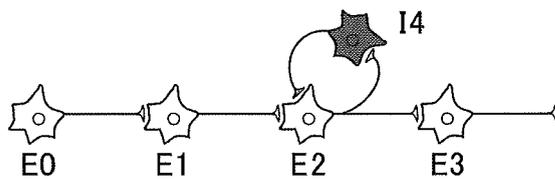


図3B

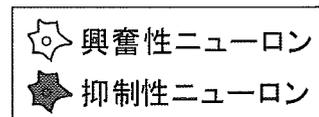


図3Aおよび図3Bの神経回路では、あるニューロンに活動電位が発生してから次のニューロンに活動電位が発生するまでの時間をすべて一定時間 t とする。E0の神経細胞で時間0から $2t$ ごとに活動電位が発生した場合、E1の神経細胞の活動電位の発生パターンは図4の縦軸実線のように表される。

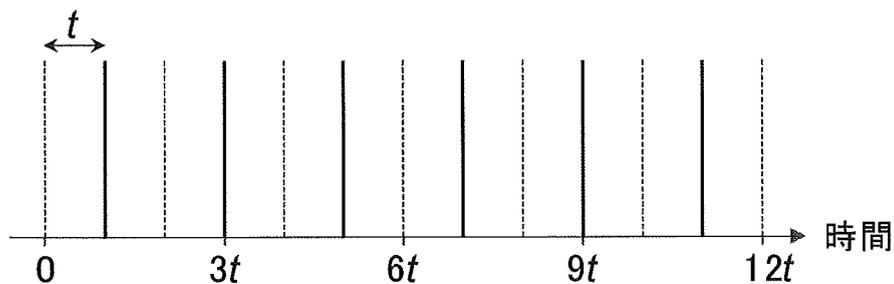


図4

問 3 神経細胞が図 3 A のような神経回路を形成しているとき、E 0 の神経細胞で時間 0 から $3t$ ごとに活動電位が発生した場合、E 3 の神経細胞の活動電位の発生パターンについて、図 4 の表示例を参考に解答用紙のグラフに実線で記入せよ。

問 4 抑制性シナプス後電位は、活動電位の発生を $2t$ 時間打ち消すものとする。神経細胞が図 3 B のような神経回路を形成しているとき、E 0 の神経細胞で時間 0 から $3t$ ごとに活動電位が発生した場合、E 2 の神経細胞の活動電位の発生パターンについて、図 4 の表示例を参考に解答用紙のグラフに実線で記入せよ。