

ニューロンとその興奮～電気が走って物質が出る

目的

- 神経細胞がネットワークをつくって情報を伝えていることがわかる。
- 神経細胞は刺激を受けて陽イオンが移動することで活動電位が生じ、やがて静止電位に戻ることがわかる。
- 神経細胞には興奮を生じる閾値があり、個々の細胞の興奮の頻度や興奮する細胞の数などで信号の強さを伝えていることがわかる。
- シナプスでは、神経伝達物質を用いた情報の伝達が行われていることがわかる。
- 神経細胞は他の多くの神経細胞とシナプスを形成し、ネットワークをつくり、情報を統合して活動電位が生じていることがわかる。
- 興奮の伝導と伝達のそれぞれの特徴を説明することができる。

課題1 動物にとって、なぜ刺激の受容と反応は重要なのか説明せよ（もし刺激の受容やそれに対する適切な応答が失われてしまうとどのような不都合が生じる？）。

課題2 ヒトでの「刺激の受容と反応」の基本的な経路が、教科書P203図2に書かれている。ここに書かれていることを理解したうえで、「なぜ赤信号でブレーキが踏めるのか？」について、「受容器」「中枢神経系」「効果器」のつながりと役割を明確にして説明せよ。

課題3 教科書P206図5を見て、活動電位が生じてから、再び静止電位に戻るまでの流れをイオンの動きを中心に確認せよ。

課題4 シャーペンの芯で手をつくと「痛い」という感覚が生じる。教科書P207の内容を参考に以下の問に答えよ。

- ①あるところまでは「痛い」という感覚は生じない。これはなぜか説明せよ。
- ②「痛い」という感覚が生じても、押す力が強くなれば「痛みの強さ」も変化する。なぜ「痛みの強さ」を感じるができるのか説明せよ。

考えるポイント

- 「全か無かの法則」とは何か？
- 「全か無かの法則」だけでは、「信号の強さ」は表現できないはず。どんな工夫があるか？
- 1個のニューロンで「信号の強さ」を伝えるには？
- 複数のニューロンで「信号の強さ」を伝えるには？

課題5 教科書P208を読み、なぜ有髄神経線維では無髄神経線維に比べて伝導速度が大きいのか説明せよ。

課題6 教科書P210を読み、シナプスでの興奮の伝達がどのように起こるか確認せよ。

課題7 シナプスでの興奮の伝達は普通は長い時間持続することはない。これはなぜか説明せよ。

課題 8 「興奮の伝導」は刺激の加わった場所から両方向に起こる。一方、「興奮の伝達」は、シナプスで興奮が伝わる方向が決まっている（細胞A→細胞Bはできるが、逆はできない）。この違いはなぜ生じるか説明せよ。

確認しておきたい用語

受容器（感覚器） 効果器（作動体） 神経系 中枢 感覚ニューロン 感覚神経
 介在ニューロン 運動ニューロン 運動神経 ニューロン（神経細胞） 細胞体
 軸索 樹状突起 神経繊維 シュワン細胞 神経鞘 神経 髄鞘 有髄神経繊維
 ランビエ絞輪 無髄神経繊維 静止電位 活動電位 興奮 閾値 全か無かの法則
 伝導 跳躍伝導 シナプス アセチルコリン ノルアドレナリン 神経伝達物質 伝達

授業を通じて成長したい人のための発展課題

発展課題は、「創造力」を養うために、2通りの方法で「解」を見つけてみてください。

方法1：資料を見たり、検索をしたりせずに、学習した内容を基に自分の頭で考え、ある結論を導いてみる。

→自分の頭で考えるトレーニング。創造力につながる！

方法2の結論と違う結論、大いにアリ！

むしろ、様々な可能性を提示できることが大きな価値です。

方法2：資料を見たり、検索したりして、「もっともらしく、自分としても理解し納得できる」ような結論をまとめてみる。

→調べる力、難解な内容を咀嚼する力、簡潔にまとめる力につながる！

発展課題1

「赤信号でブレーキを踏む」というような、「刺激の受容」→「中枢での情報処理」→「反応」の流れが明確なヒトでの現象の例を5つ挙げよ。

発展課題2

「入力」「統合処理」「出力」を異なる細胞により分業することにはどのような意義があるか考察せよ（なぜ1個のニューロンでこれらをしないのか、あるいはできないのか？）

発展課題3

神経を持たない多細胞生物はいるか、またもしいるとしたら、それらの生物は神経系なしにどのように刺激の受容と反応を実現しているか考察せよ。

発展課題4

中枢神経を持たない多細胞生物はいるか、またもしいるとしたら、それらの生物は中枢神経系なしにどのように刺激の受容と反応を実現しているか考察せよ。

発展課題5

昆虫にはどのような神経系が存在していると考えられるか考察せよ（ヒトとの共通点と相違点は？中枢神経系、体性神経系、自律神経系は存在する？e t c...）

発展課題6

神経細胞で活動電位が生じるプロセスは、「全か無か」というデジタル的なプロセスである。一方で刺激の大きさを伝える際には、興奮の頻度や興奮するニューロンの数といったアナログ的なプロセスもある。このような性質の異なるプロセスを組み合わせることのメリットは何か考察せよ。

発展課題7

ある情報をやり取りするために、1本の神経線維でダイレクトに情報を伝えるのではなく、シナプスにより何度か神経細胞間での情報の伝達をはさむことは、非効率的であるようにも思えるが、このようなシナプスを介した情報の伝達を行うことにはどのような利点があると考えられるか説明せよ。

発展課題 8

教科書 P 2 1 0 には、シナプス間隙に放出された神経伝達物質は、「もとのニューロンに回収」されるとあるが、その具体的なしくみを考察せよ。

発展課題 9

同じ刺激が続くと「神経が興奮しづらくなる」慣れという現象が生じる。シナプスでどのようなことが起こった結果として「慣れ」が生じるのか考察せよ。

発展課題 1 0

うつ病の患者では普通の人に比較して、シナプスでのセロトニンなどの神経伝達物質の量が少なくなっていることがある。これを改善するために抗うつ剤として使用されている S S R I はどのように作用しているのか考察せよ。

発展課題 1 1

麻酔薬は、どのようなしくみではたらくか考察せよ（どのタンパク質に結合し、どのような作用を及ぼすか？）。