



東 京 大 学
科 学 技 術 振 興 機 構 (J S T)

記者会見

活動電位は軸索の伝導中に制御される

東京大学・大学院薬学系研究科・薬品作用学教室
佐々木拓哉、松木則夫、池谷裕二（責任著者）

日 時： 平成 23 年 2 月 2 日（水） 午後 2 時～午後 3 時

場 所： 東京大学本郷キャンパス薬学系総合研究棟 10 階会議室（文京区本郷 7-3-1）

発表者： 池谷裕二（東京大学 大学院薬学系研究科 薬品作用学教室 准教授）

発見の大意

脳の中の情報は「1. 活動電位による神経伝導」と「2. 化学物質によるシナプス伝達」によって伝えられます。今回、私たちは、これまでの通説と異なり、前者1である「伝導中の活動電位」がアナログ的に変調されることを見いだしました。

現在の教科書的な理解では、神経細胞はアナログ入力（シナプス伝達）をデジタル出力（活動電位）する「アナログ→デジタル変換素子」となります。つまり、軸索起始部で発生した活動電位は、その後、減衰することなく軸索の終末まで均一に伝播し、シナプス出力されます。この原理は「all-or-none の法則（悉無則）」と呼ばれ、広く知られている基本則です。ところが、こうした古典的な構図に反し、今回我々は、「活動電位が軸索伝導中に変形されうる」こと、そして、「その変形によってシナプス出力がアナログ的に調節され」、「この調節におそらくアストログリア細胞が関わる」という驚くべき現象を見いだしました。

神経細胞によってデジタル変換された信号が、その後、アストログリアの働きでアナログ的に変調されるという、従来考えられていた以上に、はるかに高精度な情報処理が脳細胞で行われている可能性が窺えます。

本研究は、JST 戦略的創造研究推進事業 個人型研究（さががけ）「脳情報の解読と制御」研究領域における研究課題「神経回路網が示す自発的可塑性のルール抽出と制御」（研究者：池谷 裕二）の一環として行われ、本研究成果は、2011年2月4日（米国当部時間）発行の米国科学雑誌「Science」に掲載されます。

発見の詳細

大脳皮質の神経細胞の軸索は非常に細いため(直径 $1\mu\text{m}$ 以下)、電気生理学的特性を知することは極めて困難でした。この問題を解決するため、我々は蛍光ガラス電極を開発しました(特許申請中)。この電極を用いることで今回、ラット海馬スライス標本の CA3 野錐体細胞の軸索からパッチクランプ記録を行うことに成功しました。そして、神経伝達物質であるグルタミン酸を軸索の途中に局所適用すると、その下流の軸索で記録される活動電位の幅が増大するという興味深い現象を見いだしました。軸索周辺のアストロサイトを活動させた場合にも、同様の作用を認めました。さらに、シナプスでつながった神経細胞のペアからパッチクランプ記録を行うことで、活動電位幅の増大が軸索終末でのシナプス出力の増強に直結していることを明らかにしました。

発見の意義と展望

今回見つかった活動電位幅の調節能は、出力線維の“配線構造”が局所的演算の基盤となり、選択的な出力調節が可能であることを示しています。興味深いことに、この現象は記憶・学習に重要とされる「海馬」で発見されたものです。記憶・学習の形成に、軸索の局所調節が関与している可能性が想定されます。本現象が生物学的にどのような意味を持っているかを知るためには、今後の研究のさらなる展開が必要ですが、例えばアルツハイマー病などの認知症ではアストロサイトの機能異常があると知られていますので、軸索調節機構が支障を来している可能性も考えられます。

キーワード: 軸索、スパイク伝導、グルタミン酸、シナプス伝達、海馬、アストロサイト

発表論文名: Action Potential Modulation during Axonal Conduction

掲載誌(発行日): Science(2011 年 2 月 4 日(米国東部標準時間))

解禁日時: 日本時間 2011 年 2 月 4 日(金)午前 4 時(新聞等での発表は同日朝刊以降)
(米国東部標準時間 2011 年 2 月 3 日午後 2 時)

お問い合わせ先:

＜研究に関すること＞

東京大学大学院薬学系研究科薬品作用学教室

池谷 裕二(イケガヤ ユウジ)

＜JSTの事業に関すること＞

科学技術振興機構 イノベーション推進本部 研究推進部(さがけ担当)

原口 亮治(ハラグチ リョウジ)

〒102-0075 東京都千代田区三番町5 三番町ビル

会見会場:薬学系研究科総合研究棟 ※龍岡門をご利用いただくと便利です。

(本郷キャンパス:文京区本郷7-3-1)

http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_10_02_j.html

