

研究課題名 植物の活動電位発生伝搬機構の分子基盤解明と進化過程推定

基礎生物学研究所・生物進化研究部門・教授

はせべ みつやす
長谷部 光泰

研究課題番号： 21H04978

研究者番号： 40237996

研究期間： 令和3年度～令和9年度 研究経費（期間全体の直接経費）： 430,100千円

キーワード： 活動電位、電気信号、食虫植物、モウセンゴケ、ハエトリソウ、オジギソウ

【研究の背景・目的】

植物では、動物と異なり血流や神経が無く、独自の長距離情報伝達機構が進化した。ホルモン、ペプチド、移行性タンパク質、遅いカルシウム波を用いた長距離細胞間情報伝達機構は近年研究が進展したが、動物とは独立に進化した活動電位の発生と伝搬は、その分子機構がほとんどわかっていない。普通のモデル植物では他のシグナルと混在するため研究が困難であったが、本研究で用いる申請者らがゲノム解読、形質転換系を確立した3種の運動する植物では、活動電位が特定の組織で機能するため解析が可能であり、実際に、ハエトリソウで活動電位とほぼ同速のカルシウム波を検出するとともに、オジギソウでグルタミン酸受容体が活動電位伝搬の結果起こる可能性があるお辞儀運動に影響することを発見した。本研究では、ハエトリソウ、オジギソウ、モウセンゴケを用いて、活動電位の発生と伝搬を担う因子を探索し、それらのイオン透過性などの分子特性、局在を解析するとともに、シロイヌナズナの相同因子の機能解析を行い、植物全体に普遍的な活動電位を介した長距離高速電気シグナル伝達のメカニズムの基盤と、4種の比較から多様性創出の機構を明らかにすることを目的とする。

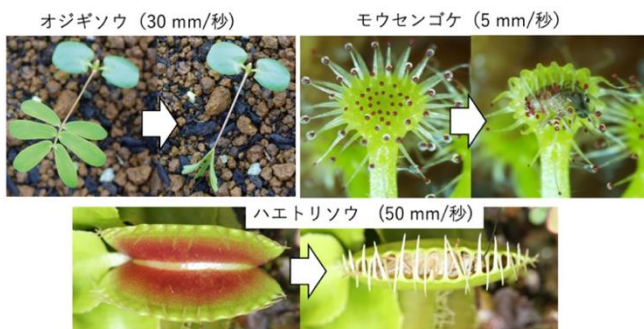


図1 オジギソウ、ハエトリソウ、モウセンゴケの運動
括弧内は活動電位の伝搬速度

【研究の方法】

植物の活動電位を介した高速電気シグナル伝達機構を解明するため、オジギソウ、ハエトリソウ、モウセンゴケ、シロイヌナズナを用いて以下の研究を行う。

- 1) 形質転換実験体制の確立
- 2) 細胞内イオン濃度センサーラインの確立
- 3) チャンネルロドプシンを用いた細胞内イオン濃度変化と活動電位伝搬速度の関連
- 4) 活動電位発生伝搬関連因子候補の探索

活動電位発生、伝搬を担う組織で顕著に転写量が発

現上昇している遺伝子を解析候補とする。

- 5) CRISPR/Cas9法による遺伝子機能喪失変異体の作出
- 6) 局在解析
- 7) チャンネルタンパク質の電気生理学的特性
- 8) 誘導実験によるチャンネルタンパク質の発現量変化
- 9) インターラクトーム解析
- 10) シロイヌナズナにおける機能解析
- 11) 多様性解析実験

相同遺伝子のチャンネル活性、アミノ酸配列、予測3次元構造の違いから、進化過程を推定する。シロイヌナズナの遺伝子破壊体に、動く植物の相同遺伝子を導入、あるいは逆の実験を行い、推定された進化過程を検証する。

12) 活動電位発生伝搬機構のモデル化

上記の結果を総合し、植物の活動電位発生伝搬の分子機構についてモデルを提唱する。さらに、4種間での伝搬速度の違いを生み出している理由について推測する。

【期待される成果と意義】

植物の電気シグナル伝達は、動物とは異なった独自の電気シグナル伝達システムが進化したと考えられている。従って、活動電位を介した植物の高速電気シグナル伝達は、これまで動物で研究されてきた活動電位発生伝搬の機構と似ているが異なった機構によって担われる生理現象であり、新しい分子機構の発見が期待できる点に学術上の意義がある。新分子機構の解明は、植物学全般にインパクトがあるとともに、新規メカニズムという点で、生物学全般にインパクトのあるものになると期待している。さらに、植物としては例外的な高速運動をするオジギソウ、ハエトリソウ、モウセンゴケが普通の植物からどのように進化してきたかを推定することで、新規特殊形質の進化について進化的にインパクトある成果が期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Suda, H. et al. 2020. Calcium dynamics during trap closure visualized in transgenic Venus flytrap. *Nature Plants* 6: 1219-1224.
- ・ Palfalvi, G. et al. 2020. Genomes of the Venus flytrap and close relatives unveil the roots of plant carnivory. *Current Biology* 30: 2312-2320.
- ・ 長谷部光泰 2020 「陸上植物の形態と進化」 裳華房

【ホームページ等】

<http://www.nibb.ac.jp/evodevo>