

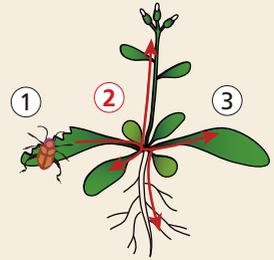
## 古くから…

植物は、昆虫などによって捕食された時

- ① 瞬時に傷つけられたこと感じ、
- ② 全身に情報を伝達させ、
- ③ 傷つけられていない器官（葉）でも抵抗性を上昇させる

ことが知られていた。

しかし…



## 生物学・農学に残された大きな謎

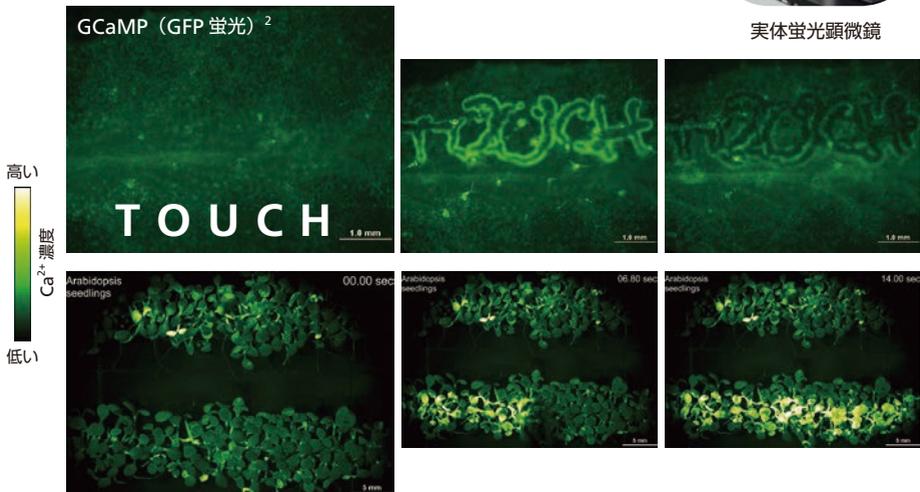
脳や神経（感覚器）を持たない植物が、どのような仕組みを用いて、傷つけられたことを感じ、その情報を全身へ伝えるのか？  
は明らかになっていない。

## 先進のイメージング技術

植物の  $\text{Ca}^{2+}$  シグナル<sup>1</sup>を、広視野（個体・集団レベル）かつリアルタイムイメージングすることが可能



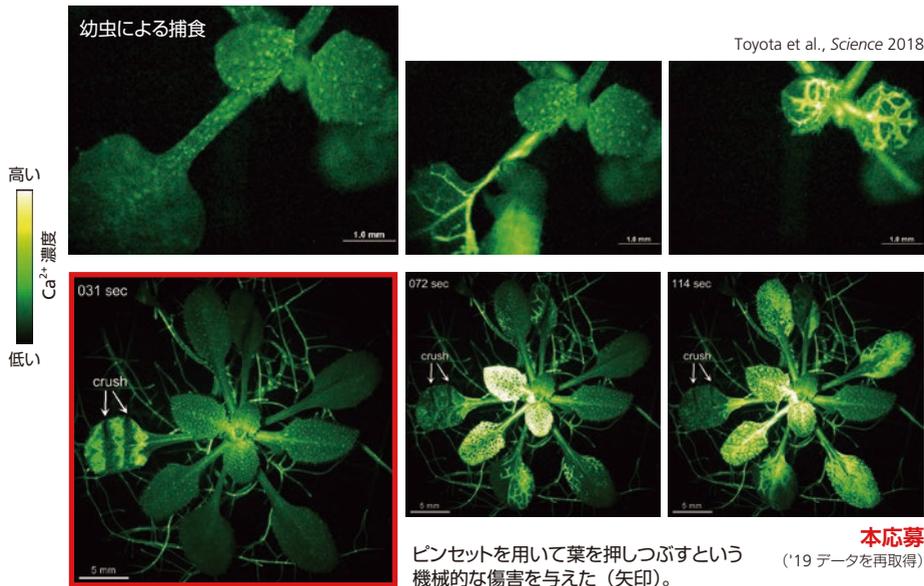
実体蛍光顕微鏡



接触によって起こる細胞内  $\text{Ca}^{2+}$  濃度上昇（シロイヌナズナ<sup>3</sup>）

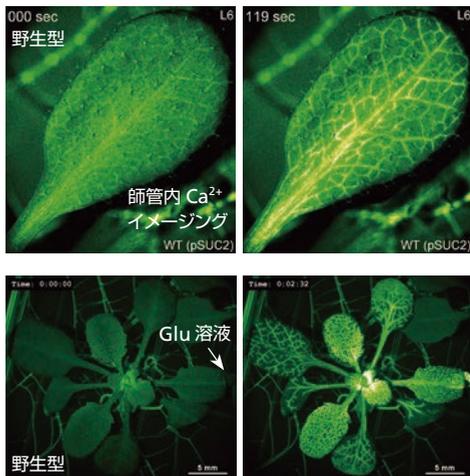
# 従来の概念を変える長距離・高速 $\text{Ca}^{2+}$ シグナルの発見!

捕食された時や機械的に傷つけられた時に発生する植物の  $\text{Ca}^{2+}$  シグナルの可視化に成功



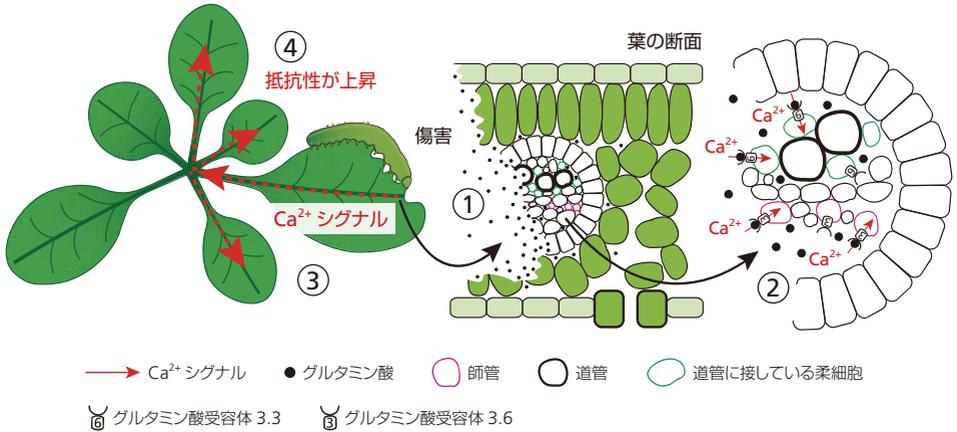
## 本論文で明らかにしたこと

- シロイヌナズナの葉が傷つけられると、 $\text{Ca}^{2+}$  シグナルが師管<sup>4</sup>およびプラズモデスマータ<sup>5</sup>を介して、約 1 mm/s の速度で (約 1 分で) 遠くの葉に伝搬する (右上図、YouTube 動画)。
- $\text{Ca}^{2+}$  シグナルが伝搬した葉では、直接傷つけられていないにもかかわらず抵抗性が上昇する。
- 2 種類のグルタミン酸受容体<sup>6</sup> (GLR3.3/GLR3.6) を欠損した変異体では、この長距離・高速  $\text{Ca}^{2+}$  シグナルは発生しない。
- GLR3.3 および GLR3.6 は、 $\text{Ca}^{2+}$  シグナルが伝搬する維管束 (師管など) に発現している。
- 葉にグルタミン酸<sup>7</sup> (Glu 溶液) を投与すると、傷つけることなく長距離・高速  $\text{Ca}^{2+}$  シグナルを発生させることができる (右下図)。
- iGluSnFR<sup>2</sup> を用いて細胞外のグルタミン酸イメージングを行ったところ、葉を傷つけると、損傷部位で即座にグルタミン酸レベルが上昇する。



# 植物の傷害感知・高速伝達モデル

- ① 植物が傷つけられると、損傷を受けた細胞や組織からグルタミン酸が流出する。
- ② このグルタミン酸を GLR3.3 および 3.6 が受容することで  $\text{Ca}^{2+}$  シグナルが発生する。
- ③ この  $\text{Ca}^{2+}$  シグナルは、養分を通す管である師管を介して遠くの葉に伝搬する。
- ④  $\text{Ca}^{2+}$  シグナルが伝搬した葉では、将来の攻撃に備えて抵抗性が上昇する。



## Take home message

### 進化的に動植物に保存された仕組み

グルタミン酸 /  
グルタミン酸受容体 (GLR) /  
 $\text{Ca}^{2+}$  シグナル

+

### 植物特有の仕組み

師管 / プラズモデスマータ



植物の“神経”のような仕組み