

令和 2 年 3 月 13 日

**Don't feel the force ～植物が張力応答を抑制し、姿勢を正す仕組みを解明****◆発表のポイント**

- ・生物が成長する際、体の表面に張力（表面を引き延ばす力）が発生しますが、張力に対して生物が応答する仕組みや、張力応答の果たす役割については分かっていませんでした。
- ・植物が NEK6 タンパク質（注 1）の働きにより張力への応答を抑えることで、体の部分ごとの成長のばらつきを緩和し、形態を整えていることを明らかにしました。
- ・張力応答を制御することで、生物の固有感覚や成長・形態を調節する簡便な方法などが開発できる可能性があります。

生物が成長する際、体の表面に張力（フォース）が発生します。この張力が、細胞内の骨格（注 2）によって認識されることで、成長が制御され、生物の形や姿勢が整います。しかし、張力応答がどのような仕組みで、どのような役割を果たしているのかは分かっていませんでした。岡山大学大学院自然科学研究科（理）の本瀬宏康准教授は、フランス ENS-Lyon の高谷彰吾研究員（自然科学研究科・博士課程修了生）Olivier Hamant 博士と共同で、植物が張力への応答を抑制し、自らの成長と姿勢を整えることを明らかにしました。

張力応答が過剰になると、植物が変形して、まっすぐ伸びるはずの茎がウエーブしたり、1 回転してループ状になったりすることがわかりました。これは、体の一部に加わる張力への応答が増幅された結果、最初は小さい形のゆがみが、大きく増強されて変形したためです。つまり、植物は張力応答を抑えることで、体の部分ごとの成長のばらつきを緩和し、形態を整えています。

生物が自身の形や姿勢を認識する感覚は固有感覚（第六感、注 3）と呼ばれます。今回の研究から、張力応答を制御することで、生物の固有感覚や成長・形態を調節する簡便な方法が開発できる可能性が浮上しました。また、メタボや加齢による体の変形を抑える手法、ロボットや人工衛星の姿勢制御にも応用できると考えられます。

研究成果は 3 月 12 日、米国の生物学雑誌「*Current Biology*」の Article として掲載されました。

**◆研究者からのひとこと**

共同研究者のオリビエとは、Geoff Wasteneys 教授（ブリティッシュコロンビア大学）のホームパーティ（Vancouver の美しいお家）で知り合い意気投合しました。全体のコンセプトを発展させてくれたオリビエと、自身の独創的なアイデアと精力的な研究でそつなくまとめてくれた高谷君に感謝します。



本瀬准教授



## PRESS RELEASE

### ■発表内容

#### <現状>

生物が成長して大きくなる時、体の表面に張力が発生します。この張力は、細胞内の骨格によって認識されることで、成長を制御するフィードバックとして働き、生物の形や姿勢が整います。しかし、張力応答がどのような仕組みなのか、張力応答がどのような役割を果たしているのかは分かっていませんでした。

#### <研究成果の内容>

今回、張力応答が過剰になると、植物が変形して、まっすぐ伸びるはずの茎がウエーブしたり、1回転してループ状になったりすることがわかりました（図1、2）。これは、体の一部に加わる張力への応答が増幅されて、最初は小さい形のゆがみが、大きく増強されて変形したためです。つまり、植物は張力応答を抑えることで、体の部分ごとの成長のばらつきを緩和し、形態を整えています。

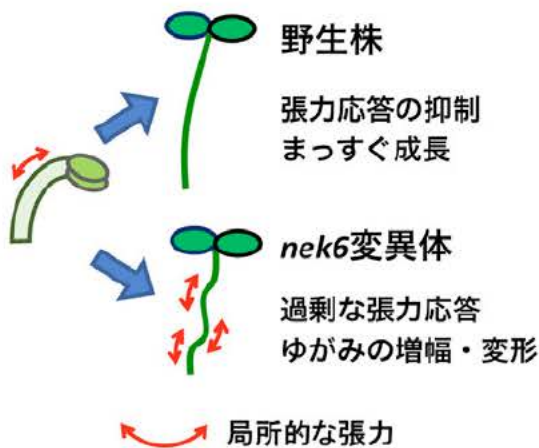


図1. 野生株と過剰な張力応答を示す *nek6* 変異体の模式図



図2. 野生株と過剰な張力応答を示す *nek6* 変異体. 暗所芽生え（もやし）を垂直に育てた後、90度回転させて生育した。野生株では胚軸が重力と反対方向に成長するが、*nek6* 変異体では屈曲が過剰になり、ループ状の形態を示す。

また、張力応答を抑える役者が NEK6 というタンパク質であることがわかりました。植物細胞では、微小管（注4）という細胞骨格が張力方向に整列して成長方向を決定します。NEK6 は張力に応答した微小管を選択的に破壊して、微小管の並び方をよりランダムで柔軟にします。

#### <社会的な意義>

生物が自身の形や姿勢を認識する感覚は固有感覚（第六感）と呼ばれます。今回の研究から、張力応答を制御することで、生物の固有感覚や成長・形態を調節する簡便な方法が開発できる可能性が浮上しました。また、メタボや加齢による体の変形を抑える手法、ロボットや人工衛星の姿勢制御にも応用できると考えられます。



## PRESS RELEASE

### ■論文情報

論文名 : Microtubule response to tensile stress is curbed by NEK6 to buffer growth variation in the *Arabidopsis* hypocotyl

掲載紙 : *Current Biology*

著者 : Shogo Takatani, Stéphane Verger, Takashi Okamoto, Taku Takahashi, Olivier Hamant, Hiroyasu Motose

DOI : <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.02.024>

### ■研究資金

本研究は、独立行政法人日本学術振興会（JSPS）「科学研究費助成事業」（基盤 C・16K07403, 19K06709, 研究代表：本瀬宏康, 特別研究員・16J03501・高谷彰吾）、AgreenSkills+ 奨学金（高谷彰吾）、ヒューマンフロンティアサイエンスプログラム Long-Term-Fellowship (LT000891/2018-L・高谷彰吾)、ノバルティス科学振興財団・研究奨励金（研究代表：本瀬宏康）、岡山工学振興会・学術研究助成（研究代表：本瀬宏康）、中原教育研究基金・研究助成（研究代表：本瀬宏康）の支援を受けて実施しました。

### ■補足・用語説明

注1：NEK6

タンパク質にリン酸基を結合させて、その構造や活性を調節するキナーゼの一種。微小管を構成するチューブリンタンパク質をリン酸化して、微小管を壊し、植物細胞の成長方向を制御する。

注2：細胞内の骨格

細胞内に存在するタンパク質でできた繊維で、細胞骨格という。細胞の形を形成・維持し、細胞の分裂・運動などを行う。代表的な細胞骨格として、細胞分裂や鞭毛・繊毛の運動に必要な微小管、筋肉の運動や原形質流動に必要なアクチン繊維がある。

注3：固有感覚

生物が自らの形態や姿勢を認識し、モニターする自己受容感覚のことで、proprioception, sixth sense（第六感）などと呼ばれる。

注4：微小管

細胞骨格の一種で、チューブリンタンパク質が縦に連なって形成された中空の繊維。細胞の分裂、染色体の分離、形態形成を行う他に、鞭毛・繊毛の形成と運動に必要。



＜お問い合わせ＞

岡山大学 大学院自然科学研究科（理）

准教授 本瀬宏康

（電話番号）086-251-7857

（FAX）086-251-7857



岡山大学  
OKAYAMA UNIVERSITY

SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT  
GOALS



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。