



## PRESS RELEASE

大学記者クラブ加盟各社

文部科学記者会

科学記者会

御中

平成29年8月9日

岡山大学

報道解禁：平成29年8月10日（木）午後6時（新聞は11日朝刊より）

### 植物細胞が真っすぐ伸びる仕組みを解明

#### ～細胞骨格を整理整頓するタンパク NEK6 の働きを解明～

岡山大学大学院自然科学研究科の本瀬宏康准教授、高谷彰吾大学院生（博士後期課程3年）、高橋卓教授のグループは、異分野基礎科学研究所の小澤真一郎特任助教、高橋裕一郎教授と、奈良先端科学技術大学院大学の橋本隆教授らと共同で、モデル植物のシロイヌナズナを用いて、植物細胞が真っすぐ成長するしくみを明らかにしました。本研究成果は2017年8月10日英国時間午前10時（日本時間午後6時）に英国の科学雑誌「*Scientific Reports*」に掲載されます。

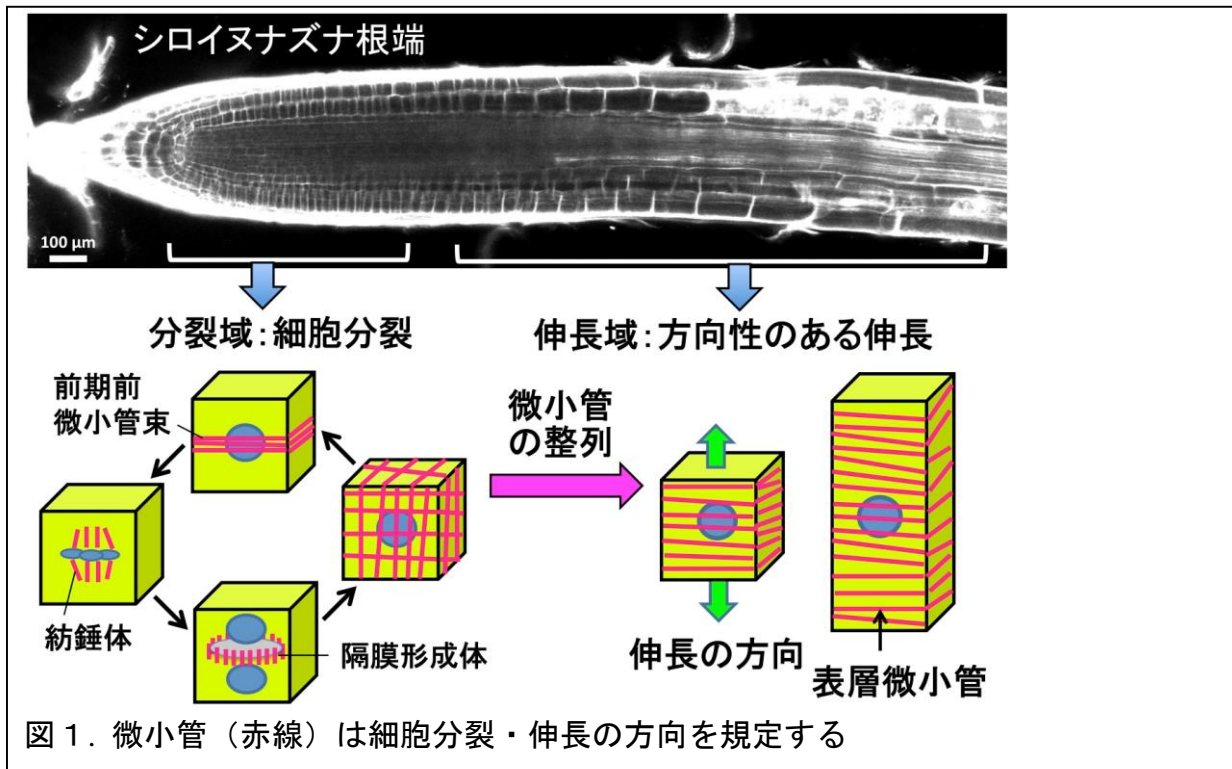
植物が茎や根などの器官を形成する際、器官を構成する個々の細胞がどの方向に成長するのが重要であり、厳密に制御されています。この植物細胞の伸長方向は、微小管<sup>\*1</sup>と呼ばれる細胞内の骨格が一定の方向に並ぶことで決定されます。しかし、微小管がどのようにして整列するのかが分かっていませんでした。本瀬准教授らの研究グループは、モデル植物のシロイヌナズナを用いて、植物細胞が真っすぐ成長するのに必要なタンパク質、NIMA 関連キナーゼ6（NEK6）<sup>\*2</sup>の機能を明らかにしました。NEK6は、変形した微小管や余分な微小管を除去することで、微小管を整列させ、細胞を一定の方向に成長させることが明らかになりました。

この研究成果は、植物の茎や根といった器官が特定の方向に成長するメカニズムの理解につながります。また、微小管やNEKタンパク質は真核生物に普遍的に存在し、細胞分裂・神経細胞の形成・鞭毛・繊毛形成に不可欠で、その欠陥はさまざまな疾患を引き起こします。今回の研究は、細胞機能に不可欠な微小管がどのように制御されているのかについての、普遍的で基本的な理解をもたらします。

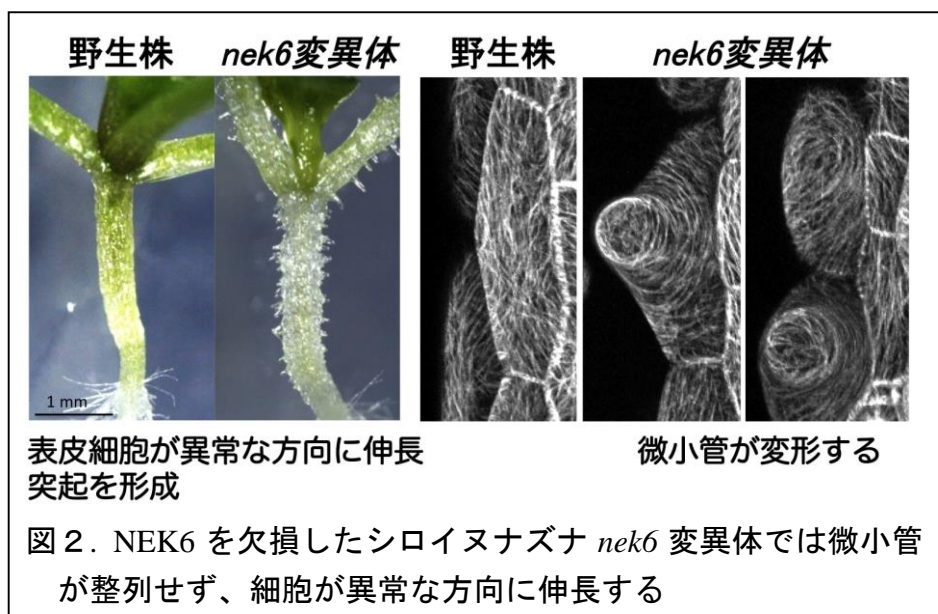
#### <業績>

本学大学院自然科学研究科の本瀬准教授らの研究グループは、シロイヌナズナを用いて、植物細胞がどのような仕組みで真っすぐ成長するのかを明らかにしました。

植物は分裂組織から新たな細胞を生み出し、根や葉・花などのさまざまな器官を形成し続けます。この時、個々の細胞がどの方向に、どれくらい分裂・伸長するかが厳密に制御されることで、さまざまな形の器官が生み出されます（図1）。植物細胞が特定の方向に伸長する際には、微小管と呼ばれる細胞内の骨格が整列し、成長する方向を決定します（図1）。しかし、微小管を整列させる仕組みについては不明な点が多く残されていました。



本瀬准教授らは、NIMA 関連キナーゼ 6 (NEK6) というタンパク質の機能を手がかりとして、微小管が整列するメカニズムを調べました。NEK6 を欠損したシロイヌナズナ変異体では微小管が整列しないため、細胞と器官が異常な方向に伸長します (図2)。また、細胞伸長が抑制されるため、器官の長さが短くなります。



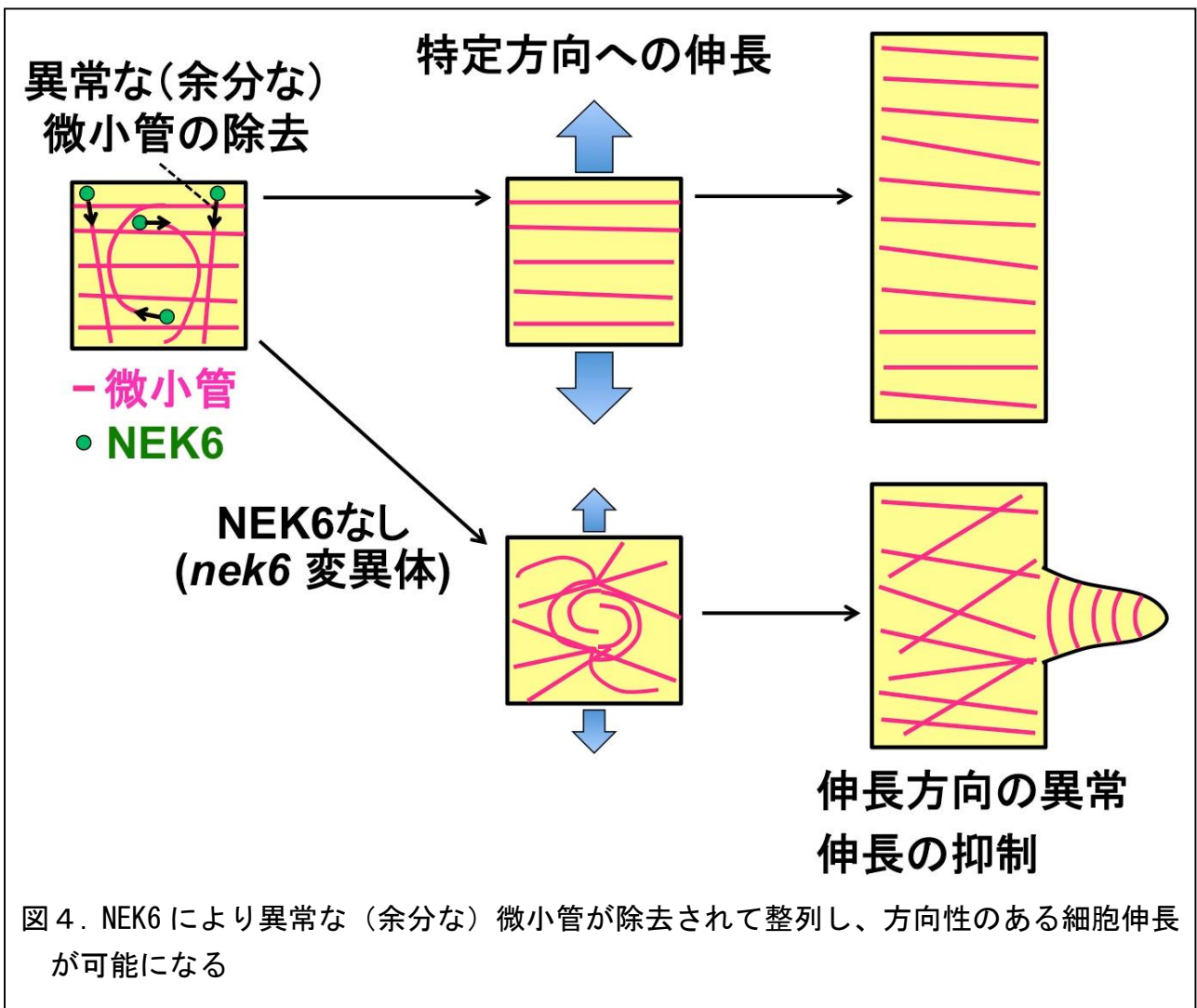
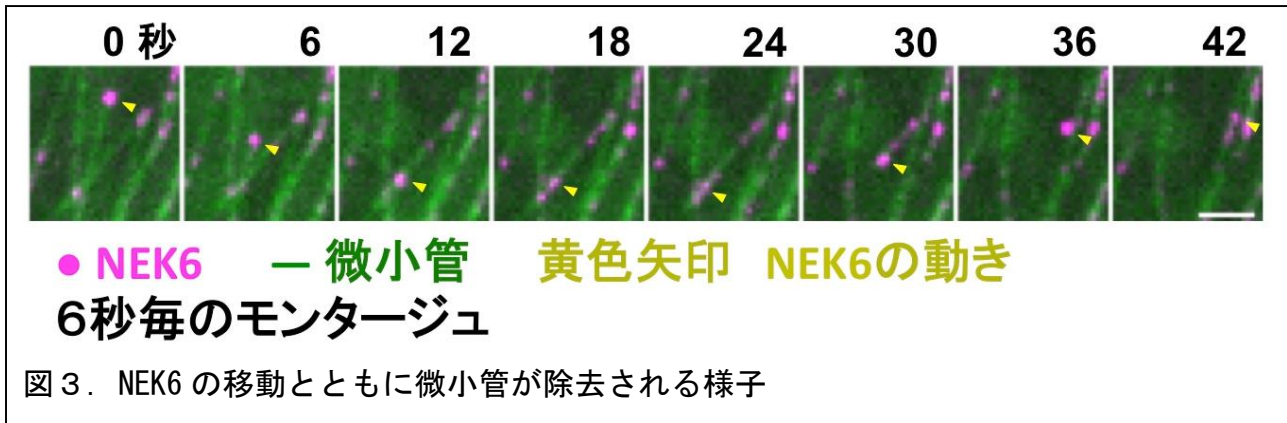
生きたままの細胞内の微小管を共焦点顕微鏡によりタイムラプス撮影することにより、変形した微小管が蓄積していく様子を観察することに成功しました。同様の方法で、生細胞内の NEK6 の挙動を観察したところ、NEK6 は変形した微小管が除去される場所に蓄積することが明らかになりました (図3)。さらに、質量分析法と微小管観察を組み合わせることで、NEK6 が微小管を構成するタンパク質であるチューブリン<sup>\*3</sup>の特定の amino 酸残基をリン酸化し、脱重合していることを示しました。

今回の研究から、NEK6 タンパク質が異常な微小管を除いて整理整頓することで、微小管が整列し、細胞が特定の方向に伸長できることが明らかになりました (図4)。また、



PRESS RELEASE

NEK6 がリン酸化する部位を決定することで、微小管を除去する分子機構の一端が示されました。NEK6 は、異常な微小管を除いて品質管理を行う機能があること、細胞内の微小管密度を最適に保つホメオスタシスに貢献していると考えられます。





## PRESS RELEASE

### <見込まれる成果>

今回の研究成果は、植物の茎や根といった器官が特定の方向に成長するメカニズムの理解につながります。動物や菌類の細胞では、中心体と呼ばれる細胞内構造から放射状に微小管が伸びて形成されます。植物は進化の過程で中心体を失い、細胞内のさまざまな部位から微小管を生成する散在型の微小管制御システムを発達させています。私たちの研究は、植物がどのようにして細胞全体に散在する微小管を制御し、極性のある細胞伸長を実現しているのかを理解することにつながります。

微小管やNEKタンパク質は真核生物に普遍的に存在し、細胞の分裂や形態形成、鞭毛・繊毛の形成に不可欠です。今回の研究は、このような細胞機能に不可欠な微小管がどのように制御されているのかについて、普遍的で基本的な理解をもたらします。また、微小管やNEKタンパク質の欠陥はさまざまな疾患を引き起こすため、疾患の原因となる細胞内の基本的な分子プロセスの知見を提供します。

### <論文情報等>

著者：Takatani S, Ozawa S, Yagi N, Hotta T, Hashimoto T, Takahashi Y, Takahashi T, Motose H  
論文名：Directional cell expansion requires NIMA-related kinase 6 (NEK6)-mediated cortical microtubule destabilization.

掲載誌：Scientific Reports

D O I：10.1038/s41598-017-08453-5

発表論文はこちらからご確認いただけます。

[www.nature.com/articles/s41598-017-08453-5](http://www.nature.com/articles/s41598-017-08453-5)

本研究は、独立行政法人日本学術振興会（JSPS）の科学研究費補助金（基盤研究 C・16K07403）、新学術領域研究「植物発生ロジック」公募研究（16H01245）、JSPS 特別研究員（DC2・16J03501）の助成を受け実施しました。



## PRESS RELEASE

### <補足・用語説明>

\*<sup>1</sup> 微小管…細胞骨格の一種で、チューブリンタンパク質が重合して形成される中空のタンパク質繊維。微小管は、伸長と退縮を繰り返しながら、動的で可塑性のある構造を作り出します。細胞分裂の際には、微小管は染色体を分配する紡錘体として機能します。また微小管は、精子の鞭毛や繊毛の中央部に存在し、その運動を生み出す構造的な基盤となっています。

\*<sup>2</sup> NIMA 関連キナーゼ (NEK) …タンパク質をリン酸化する酵素 (キナーゼ) の一種で、菌類や動物、植物など真核生物に広く存在しています。動物や菌類では主に細胞分裂を制御していますが、植物では細胞の伸長を制御しています。また、動物や藻類の鞭毛・繊毛形成を制御しており、NEK が欠損することで多発性嚢胞腎などの繊毛病を引き起こします。

\*<sup>3</sup> チューブリン…微小管を構成するタンパク質で、 $\alpha$ -チューブリンと $\beta$ -チューブリンの2種類のタンパク質が結合してヘテロダイマー (2つの異なるタンパク質が結合して構成される複合体) として存在します (図5)。このチューブリンヘテロダイマーが縦に重合してプロトフィラメントとなり、プロトフィラメントが13本、円状に並んで、中空のタンパク質繊維である微小管を形成します (図5)。NEK6 は $\beta$ -チューブリンの5つのアミノ酸残基をリン酸化して、チューブリンを微小管からはがれやすくすると考えられます (図5)。

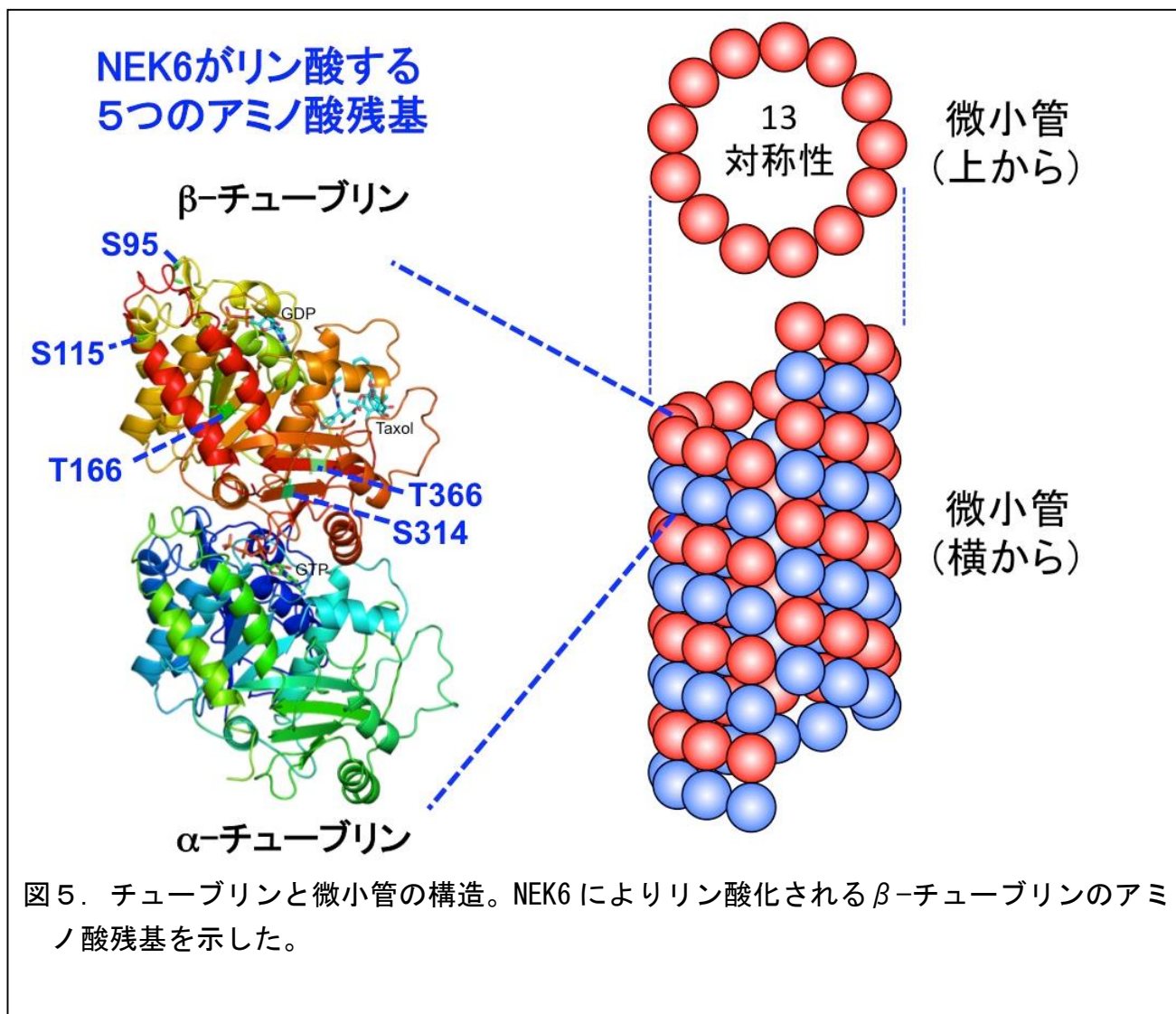


図5. チューブリンと微小管の構造。NEK6によりリン酸化されるβ-チューブリンのアミノ酸残基を示した。

<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番号) 086-251-7857