



PRESS RELEASE

岡山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30年3月1日  
岡山大学

## 植物細胞で進化的に保存された極性成長メカニズムを解明 ～ゼニゴケの裏側の仮根細胞のひ・み・つ～

岡山大学大学院自然科学研究科の本瀬宏康准教授、大谷健人大学院生（当時<sup>※1</sup>）、高谷彰吾大学院生<sup>※2</sup>、高橋卓教授のグループは、神戸大学大学院理学研究科の石崎公庸准教授、京都大学大学院生命科学研究科の河内孝之教授、西浜竜一准教授のグループと共同で、基部陸上植物のゼニゴケ<sup>※3</sup>を用いて、植物細胞が極性<sup>※4</sup>をもって一定の方向に安定して成長するメカニズムを明らかにしました。この仕組みは陸上植物の進化の過程でも保存され続けており、初期の根系と考えられる仮根の伸長に必要であることを解明しました。

本研究結果は3月2日英国時間午前0時30分（日本時間午前9時30分）、英国の科学雑誌「*Development*」に掲載されます。

現在、陸上には多種多様な植物が生息しています。これらの陸上植物は、淡水性の藻類から、コケのような植物を経て進化したと考えられています。初期の陸上植物は、現生のコケ植物と同様に根を持たず、仮根細胞<sup>※5</sup>によって地面に固着し、水分や栄養分を得ることで陸上環境に適応していたと考えられます。仮根細胞は地面に接した裏側（腹側）の表皮細胞に局所的な成長点が形成され、この部分が先端成長することによりフィラメント状（細長い糸状）に伸長します。しかし、どのような仕組みで仮根細胞が伸長するのか、また、その仕組みはより進化が進んだ被子植物などでも共通なのか、不明のままです。

本瀬准教授らの研究グループは、陸上植物の進化の初期に分岐し、祖先的な形質を保持している苔類のゼニゴケを用いて、NIMA 関連キナーゼ<sup>※6</sup>（MpNEK1）が仮根細胞の伸長方向を制御していることを明らかにしました。

本研究結果は、どのように細胞が伸長する方向を決定し、安定化しているかについて、新しく普遍的な理解をもたらします。また、NEK タンパク質はヒトやコウジカビなどほとんどの真核生物に普遍的に存在し、細胞分裂や神経細胞の形成、鞭毛・繊毛の形成を制御しており、その欠失はさまざまな疾患の要因になります。本研究結果は、これらの生理過程に重要なヒントを提供すると考えられます。

### <業績>

本瀬准教授らの研究グループは、陸上植物の進化の初期に分岐し、祖先的な性質を保持している苔類のゼニゴケ（図1, 2）を用いて、NIMA 関連キナーゼ（MpNEK1）が仮根細胞の伸長方向を制御していることを明らかにしました。MpNEK1 が欠失すると仮根の伸長方向がランダムになり、ジグザクやらせん状の仮根細胞が形成されます（図3）。MpNEK1 は成長を行っている仮根先端部に局在し、微小管を介して伸長方向を安定化します（図4、



PRESS RELEASE

5)。この方向制御は被子植物でも共通であり、陸上植物の進化において重要な役割を果たしたと考えられます。

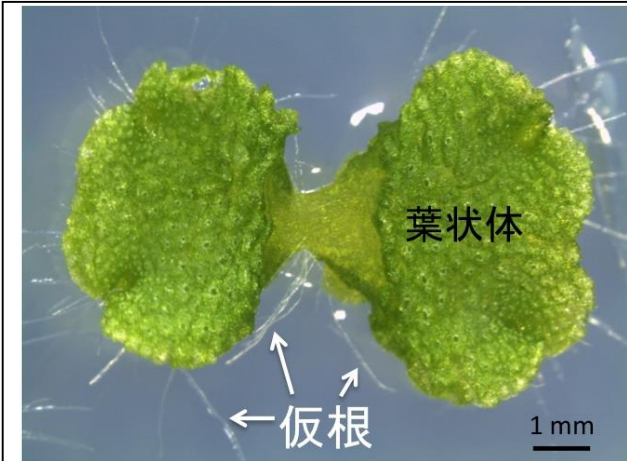


図 1. ゼニゴケ幼植物体

2週間程度、寒天培地上で生育したゼニゴケ。扁平な葉状体が分岐しながら成長する。葉状体の裏側から平滑仮根が放射状に伸び出している。



図 2. ゼニゴケの葉状体と仮根

土植えて1ヶ月生育したゼニゴケを横から見たもの。葉状体の裏側から仮根が長く伸びだしているのが見える。

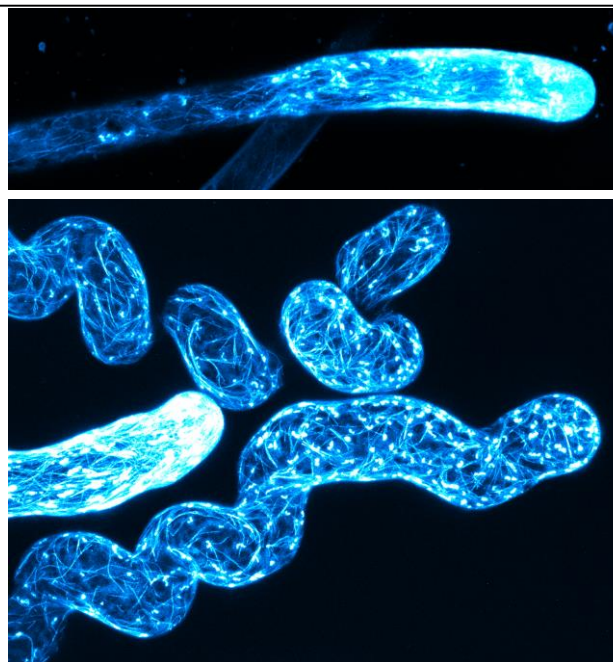


図 3. ゼニゴケ野生株のまっすぐ伸長した仮根（上）と *MpNEK1* を欠失したゼニゴケのねじれた仮根（下）  
シアン：微小管と色素体

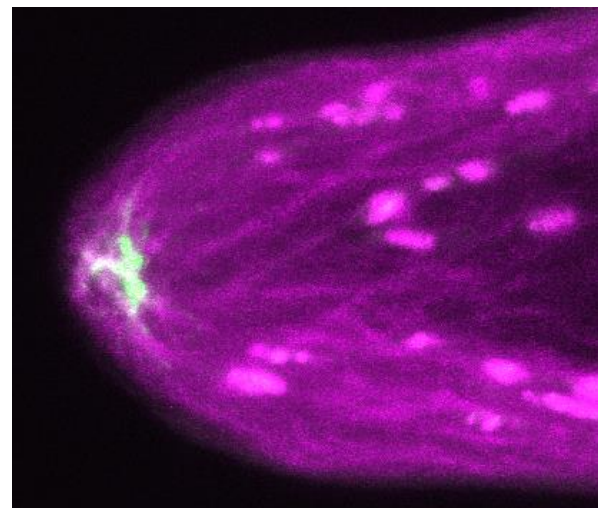


図 4. 仮根先端部への *MpNEK1* の局在  
緑と白：*MpNEK1*，  
マゼンタ：微小管と色素体

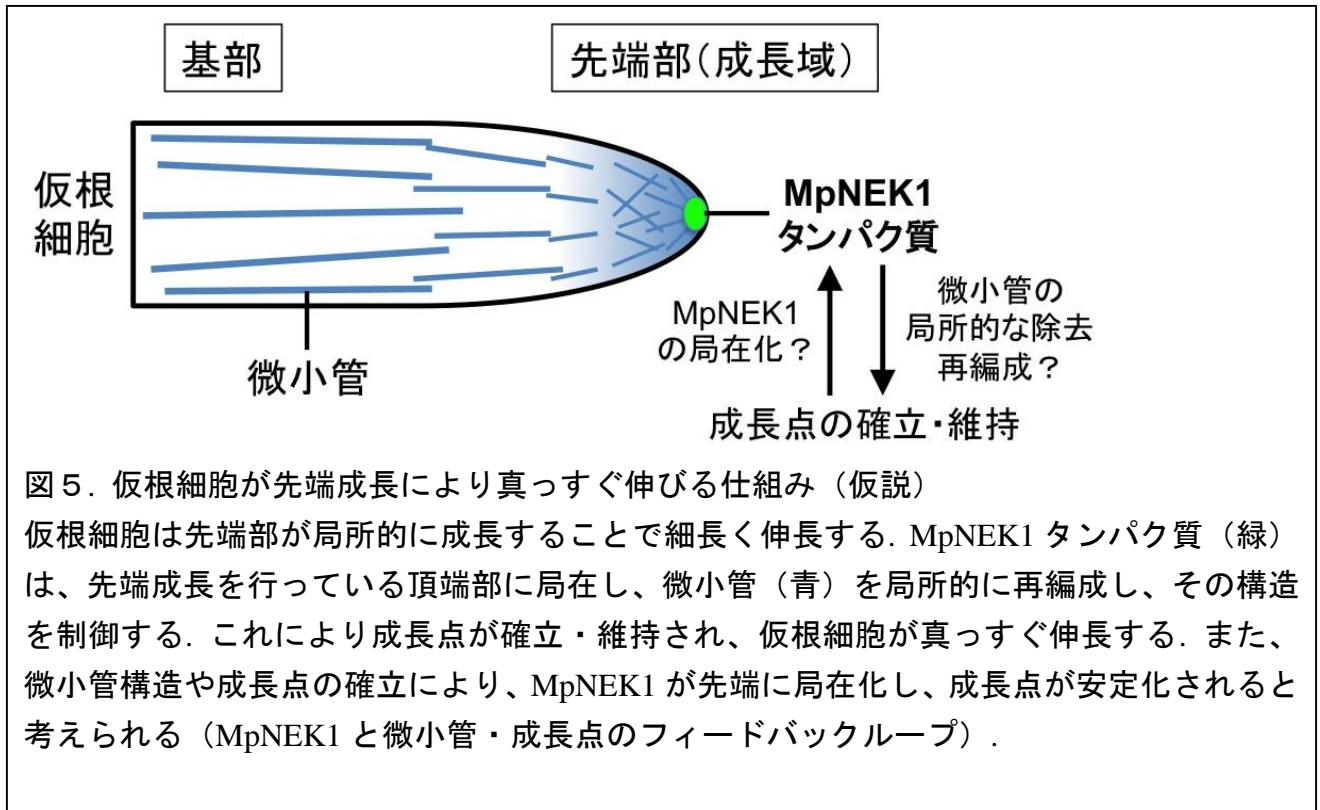


図5. 仮根細胞が先端成長により真っすぐ伸びる仕組み（仮説）

仮根細胞は先端部が局所的に成長することで細長く伸長する。MpNEK1 タンパク質（緑）は、先端成長を行っている頂端部に局在し、微小管（青）を局所的に再編成し、その構造を制御する。これにより成長点が確立・維持され、仮根細胞が真っすぐ伸長する。また、微小管構造や成長点の確立により、MpNEK1 が先端に局在化し、成長点が安定化されると考えられる（MpNEK1 と微小管・成長点のフィードバックループ）。

#### <見込まれる成果>

本研究成果は、細胞がどのようにして伸長する方向を決定し、安定化しているかについて、新しく普遍的な理解をもたらします。また、NEK タンパク質はヒトやコウジカビなどほとんどの真核生物に普遍的に存在し、細胞分裂や神経細胞の形成、鞭毛・繊毛の形成を制御し、その欠失はさまざまな疾患の要因になります。本研究成果は、これらの生理過程に重要なヒントを提供すると考えられます。

#### <論文情報等>

著者：Otani K, Ishizaki K, Nishihama R, Takatani S, Kohchi T, Takahashi T, Motose H

論文名：An evolutionarily conserved NIMA-related kinase directs rhizoid tip growth in the basal land plant *Marchantia polymorpha*.

掲載誌：Development

D O I：doi: 10.1242/dev.154617

発表論文はこちらからご確認いただけます。

<http://dev.biologists.org/lookup/doi/10.1242/dev.154617>

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）、文部科学省の新学術領域研究「植物環境突破力」（23119513, 25119715）、「植物発生ロジック」（25113009, 16H01245）、JSPS 特別研究員（DC2・16J03501）、両備てい園記念財団、ノバルティス科学財団、中原教育研究基金（岡山大・理・生物）の助成を受け実施しました。



## PRESS RELEASE

### <補足・用語説明>

1) 平成28年3月大学院自然科学研究科博士前期課程修了

2) 大学院自然科学研究科博士後期課程3年

3) ゼニゴケ

コケ植物（苔類・鮮類・ツノゴケ類）の中で、最も起源が古いと考えられる苔類に属している。人家の近くや庭先など身近な環境に生育し、古くから形態や進化の研究が行われて来た。雌雄異株でXYの性染色体を持つ。他のコケ植物と同様に、生活環のほとんどの時期を単相世代（生殖細胞を生じる配偶体で、染色体を1組だけもつ半数性の $n$ 世代）で過ごす。近年、ゲノムが解読され、さまざまな実験手法や研究ツールが確立されたため、モデル植物として脚光を浴びている。被子植物と異なり、類似の機能を持つ遺伝子が少なく、シンプルな遺伝子セットを持っているため、遺伝学的解析に適している。

4) 極性

生物の形態や機能において、空間的な方向性があること。動物の胚発生では、頭部-尾部、背側-腹側、左右の極性が形成され、器官や組織の配置が決定される。また器官レベルだけでなく、単一の細胞でも空間的な方向性があり、細胞の成長・分裂・運動の方向が限定されている。これにより、正常な細胞分裂や成長、形態形成、生殖が可能になっている。

5) 仮根細胞

毛のような細長い細胞。細胞の一部に成長点が形成され、その部分が細長くフィラメント状に伸長して形成される。地面への付着や水分・栄養分の吸収を行う。初期の根系と考えられている。陸上植物の起源と考えられる車軸藻や、コケ植物・シダ植物の配偶体に形成される。ゼニゴケでは、平滑仮根と有紋仮根という2種類の仮根が生じる。いずれも地面に接した腹側（裏側）の表皮細胞が伸長して形成される。平滑仮根は生細胞で、体から放射状に伸び出して地面への付着や水分・栄養分の吸収を行う。有紋仮根は細胞壁に特徴的な肥厚を持つ死んだ細胞で、体に沿って平行に伸長して仮根束を形成し、毛細管現象で栄養分や精子の輸送を行う。

6) NIMA 関連キナーゼ（NEK）

他のタンパク質をリン酸化して、その活性や構造を制御する酵素（キナーゼ）の一種。菌類や動物、植物など、ほとんどの真核生物に存在する。動物や菌類では主に細胞分裂を制御しているが、植物では細胞の伸長を制御している。細胞の伸長や分裂の方向を制御する微小管をリン酸化して、その構造を調節している。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す。



＜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