

解禁時間（テレビ、ラジオ、インターネット）：2021年6月17日（木）18時
（新聞）：2021年6月18日（金）付朝刊

2021年 6月 17日

報道関係者各位

国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学

「のり」が「はさみ」を連れてくる ～植物細胞のユニークな微小管形成の仕組みを解明～

発表のポイント

- ・動植物で保存されている細胞因子が植物細胞では保存機能に加えて新たな機能を獲得している
- ・微小管細胞ポリマーを細胞内特定箇所に繋ぎとめる「のり」分子が、植物細胞ではその箇所を切断する「はさみ」分子を連れてくる
- ・「のり」と「はさみ」の共同作業により細胞内環境に適応した微小管パターンの形成が可能となる

【概要】

奈良先端科学技術大学院大学（学長：塩崎一裕）先端科学技術研究科バイオサイエンス領域の橋本隆教授の研究グループは、名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所（WPI-ITbM[※]）の八木慎宜博士、中村匡良特任講師らの研究グループらと共同で、動物や酵母では生体ポリマーである微小管を微小管形成中心^{注1}につなぎ留める「Msd1-Wdr8 複合体」が、微小管形成中心を持たない植物では独自の機能を持つことを明らかにしました。

細胞骨格の一つである微小管は、細胞内でポリマー状の構造をしており、その配向パターンを変化させることで、染色体の分離や細胞極性の制御、細胞の形態形成など、生物の生存に不可欠な活動を担っています。植物では、高度に組織化された表層微小管^{注2}の配向パターンが、成長過程や環境シグナルに応じてダイナミックに変化し、変動する細胞内外の環境に適応しています。植物の表層微小管のパターン形成には、微小管の形成と切断が重要であると考えられています。特に、微小管切断タンパク質カタニン（日本刀から命名）が微小管形成開始点部位を特異的かつ効率的に切断することにより、新たに形成された娘微小管を細胞表層に遊離し、微小管同士の相互作用を促すことが、微小管のパターン形成に必須です。しかしながら、微小管形成部位にカタニン切断因子がリクルートされる分

子機構は長らく不明でした。

本研究により、新規微小管をその生成部位にとどめておく「のり」分子が新規娘微小管を基部で切断する「はさみ」分子を連れてくるという相反する作用を持つことが明らかになりました。「のり」がない変異細胞では「はさみ」が連れてこられないので、「はさみ」による微小管切断は起こりませんが、「のり」がないことにより娘微小管形成基部の構造が不安定になり、時間がたつと自然に娘微小管がはがれてきます。「のり」分子があっても、なくても、最終的には娘微小管ははがれてゆきますので、「のり」分子は一見無駄な働きをしているように見えます。しかし、「のり」分子の2つの機能により、微小管切断が成長過程や環境シグナルに応じて高度に制御可能になります。この成果は、植物の形作りを制御する微小管の配向パターンの形成メカニズムの解明に繋がる重要な発見です。今後、この知見を発展させ、細胞骨格ネットワークを人為的に制御することで、細胞形態を改変し、環境応答効率を向上させる技術の開発が期待されます。

この研究成果は、日本時間 2021 年 6 月 17 日（木）18 時付で英国科学誌「Nature Communications」に掲載されます。

【ご連絡事項】

- (1) 本件につきましては、奈良先端科学技術大学院大学から奈良県文化教育記者クラブをメインとし、学研都市記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブへ同時にご連絡しております。
- (2) 取材希望がございましたら、恐れ入りますが下記までご連絡願います。
- (3) プレスリリースに関する問い合わせ先
奈良先端科学技術大学院大学 企画・教育部 企画総務課 渉外企画係
TEL : 0743-72-5063 E-mail : s-kikaku@ad.naist.jp

【研究の背景】

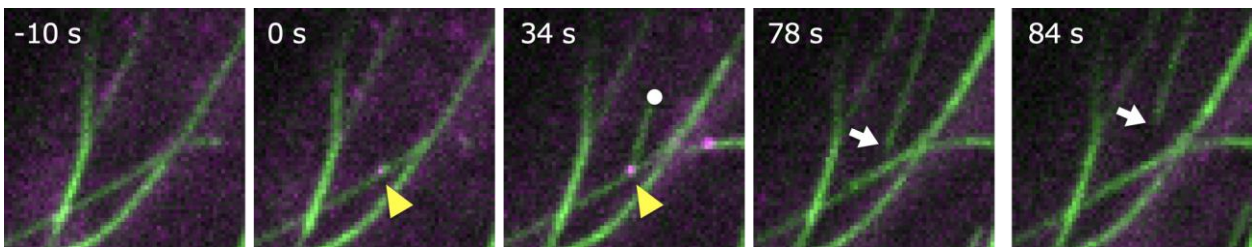
微小管は、動物細胞で見られる中心体を中心とした放射状配列や、異方性に伸長する植物細胞の中心体を持たない細胞で見られる横方向の表層微小管など、様々なパターンを形成しています。中心体のような微小管形成中心から新たに形成された微小管は、形成中心に固定され、そこから切り離されます。この固定と切り離しの制御が微小管の配向パターンに寄与していると考えられますが、詳細なメカニズムは分かっていません。

植物細胞では、既存の表層微小管上に結合した γ チューブリン環状複合体^{注3)}から微小管は形成され、新規に形成された微小管は微小管切断因子カタニンの機能により切り離されます(図1)。カタニンは微小管形成中心と微小管交差部位に集積され微小管を切断しますが、その集積メカニズムは全くわかっていませんでした。

【本研究の成果】

本研究グループは、酵母や動物細胞で微小管を微小管形成中心につなぎ留める Msd1-Wdr8 複合体ホモログ^{注4)} が植物に存在することを明らかにしました。遺伝学的手法とライブセルイメージングを組み合わせることで、シロイヌナズナの Msd1-Wdr8 複合体が細胞表層に散在する微小管形成部位に局在し、表層微小管形成部位を安定化することを突き止めました(図1)。さらに、新規微小管を切り離す因子であるカタニンを微小管形成部位に集積するために利用されていることが明らかとなりました。微小管交差部位には、Msd1-Wdr8 複合体は局在せず、微小管形成部位特異的にカタニンの集積を制御していました(図2)。

図1：植物表層微小管形成過程の微小管と Wdr8 のライブイメージング



微小管を緑色の線で Wdr8 をピンクの点で示し、Wdr8 が微小管上に現れた場面を0秒(0 s)としています。Wdr8 が集積する微小管形成部位(黄色い矢尻)から新規に形成された微小管のプラス端を○印で示しています。微小管はカタニンにより形成部位から切り離されます(矢印は微小管のマイナス端)。

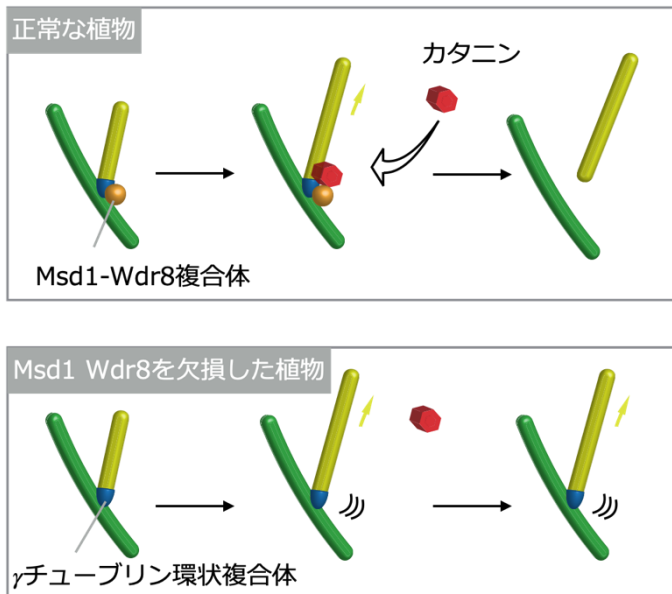


図2：正常な植物と Msd1, Wdr8 を欠損した植物体における微小管形成の様子

既存の微小管上に結合した γ チューブリン環状複合体から微小管は形成される。微小管形成部位に結合した Msd1-Wdr8 はカタニンを微小管形成部位にリクルートし、微小管を形成部位からの切り離しを促す。Msd1 もしくは Wdr8 を欠損した植物では、形成部位が安定せず、カタニンが微小管形成部位に集積できず、微小管の切り離しが行われない。

本研究により、植物のユニークな微小管形成の仕組みの一端が明らかとなりました。Msd1-Wdr8 複合体は、動物や酵母にも存在するタンパク質です。動物や酵母で見られる微小管形成中心に微小管をつなぎ留める機能に加え、Msd1-Wdr8 複合体はカタニンの局在を制御することで、微小管の切り離しをより厳密な制御下に置く能力を植物に与えていると考えられました。Msd1-Wdr8 の働きをより詳細に調べることで、植物における微小管形成のメカニズムとその進化の過程が明らかになることが期待されます。

【用語解説】

注1) 微小管形成中心

動物細胞の中心体のように、微小管を形成する中心となる細胞小器官

注2) 表層微小管

植物間期細胞の細胞膜内側にネットワーク状に存在する微小管構造。細胞壁成分セルロース繊維の沈着を介して植物細胞のかたちをつくり上げる。

注3) γ チューブリン環状複合体

微小管の重合核となる γ チューブリンを含む複合体。微小管の鋳型となるリング状構造をしている。

注4) ホモログ

異なる生物種で類似性の高い塩基配列を持つ遺伝子のこと。共通の遺伝子から由来している可能性が高い。

【論文情報】

論文タイトル : An anchoring complex recruits katanin for microtubule severing at the plant cortical nucleation sites (微小管切断因子カタニンを表層微小管形成部位にリクルートする微小管安定化複合体の発見)

著者 : Noriyoshi Yagi, Takehide Kato, Sachihito Matsunaga, David W. Ehrhardt, Masayoshi Nakamura, Takashi Hashimoto (八木 慎宜、加藤 壮英、松永幸大、David W. Ehrhardt、中村 匡良、橋本 隆)

掲載誌 : Nature Communications

DOI : 10.1038/s41467-021-24067-y

【お問い合わせ先】

<研究に関すること>

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 バイオサイエンス領域 植物細胞機能研究室
教授 橋本 隆 (はしもと たかし)

TEL : 0743-72-5520 携帯番号 : 090-8239-4976 FAX : 0743-72-5529 E-mail hasimoto@bs.naist.jp

研究室紹介ホームページ : <https://bsw3.naist.jp/courses/courses103.html>

研究室ホームページ : <https://bsw3.naist.jp/hashimoto/>

東海国立大学機構 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所

特任講師 中村匡良 (なかむら まさよし)

TEL : 052-789-2101 E-mail : mnakamu@itbm.nagoya-u.ac.jp

<ITbMに関すること>

東海国立大学機構 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所

リサーチプロモーションディビジョン

三宅 恵子 (みやけ けいこ)

佐藤 綾人 (さとう あやと)

TEL : 052-789-4999 FAX : 052-789-3053 E-mail : press@itbm.nagoya-u.ac.jp

<報道に関すること>

奈良先端科学技術大学院大学 企画総務課 渉外企画係

TEL : 0743-72-5063 FAX : 0743-72-5011 E-mail : s-kikaku@ad.naist.jp

東海国立大学機構 名古屋大学 管理部 総務課 広報室

TEL : 052-789-3058 FAX : 052-789-2019

E-mail : nu_research@adm.nagoya-u.ac.jp

※【WPI-ITbMについて】 (<http://www.itbm.nagoya-u.ac.jp>)

名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM) は、2012年に文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI) の1つとして採択されました。名古屋大学の強みであった合成化学、動植物科学、理論科学を融合させ、新たな学問領域であるストライガ、植物ケミカルバイオロジー研究、化学時間生物学 (ケミカルクロノバイオロジー) 研究、化学駆動型ライブイメージング研究の4つのフラッグシップ研究を進めています。ITbMでは、精緻にデザインされた機能をもつ分子 (化合物) を用いて、これまで明らかにされていなかった生命機能の解明を目指すと共に、化学者と生物学者が隣り合わせになって融合研究を行う「ミックス・ラボ、ミックス・オフィス」で化学と生物学の融合領域研究を展開しています。「ミックス」をキーワードに、人々の思考、生活、行動を劇的に変えるトランスフォーマティブ分子の発見と開発を行い、社会が直面する環境問題、食料問題、医療技術の発展といったさまざまな課題に取り組んでいます。