PRESS RELEASE

報道解禁（日本時間）：11 月 12 日午前 0 時（12 日朝刊）

配信先：大学記者会（東京大学）、文部科学記者会、科学記者会、奈良県文化教育記者クラブ、
学研都市記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ

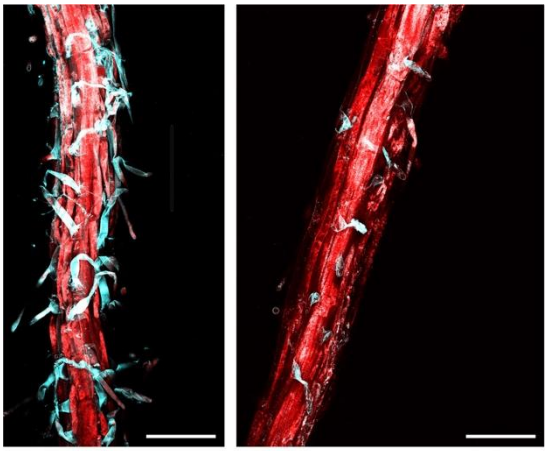
2026 年 11 月 11 日

東京大学
奈良先端科学技術大学院大学
科学技術振興機構（JST）

栄養状態に応じて振る舞いを変える菌の鍵遺伝子の発見
――植物への感染とリン欠乏への適応を切り替える仕組みを解明――

発表のポイント

◆リンが十分にある環境で、植物感染性の糸状菌が植物に感染するために必要な *NFC1* 遺伝子を発見し、*NFC1* が植物の概日リズムを撹乱することを見いだした。
◆リンが欠乏した環境では、糸状菌のリン欠乏への適応を担う転写制御因子 *CtPHO4* を介して *NFC1* の発現を抑え、植物への感染を抑制していることを見いだした。
◆微生物の栄養応答が宿主への感染戦略をどのように決めるのかを理解し、制御するための重要な知見を得た。



植物根（赤）における定着が低下した△*nfc1* 変異体株（シアン）

概要

東京大学大学院総合文化研究科の畫間敬教授とニューフェルド・ジェイシー大学院生（博士課程）、奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス領域の高橋望助教、久保田茜助教、遠藤求教授らの研究グループは、条件によっては植物の成長を抑制することもある植物感染性の糸状菌が、植物のリン栄養の状態に応じて感染応答を変化させることを明らかにしました。さらに、リンが十分にある条件で宿主への感染に必要となるエフェクター（注 1）*NUTRIENT-DEPENDENT FACILITATOR OF COLONIZATION1*（*NFC1*）を同定しました（図 1）。本研究では、*NFC1* が植物の概日リズム（サーカディアンリズム）（注 2）に干渉すること、またリンが欠乏した環境では、菌のリン欠乏応答（注 3）を制御する転写制御因子 *PHO4* によって *NFC1* の発現が抑えられることを解明しました。本成果は、植物に感染する微生物の感染機構を、微生物自身の栄養応答と結びつけて明らかにした点に独自性があります。微生物がなぜ植物の成長を抑制した

り促進したりするのかを、微生物の栄養獲得という観点から理解するうえで、重要な一歩となる成果です。

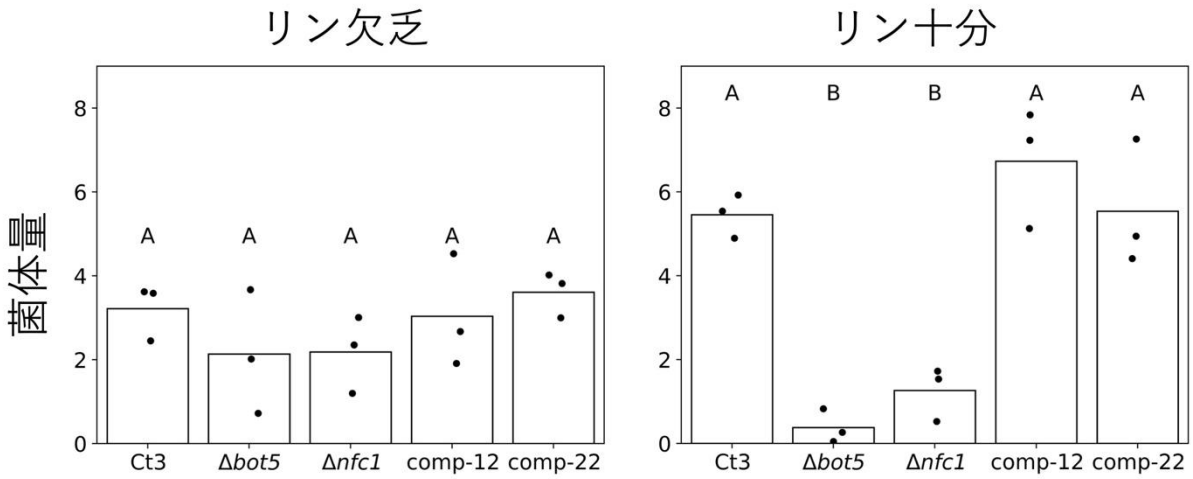


図１：リンが十分存在する条件で根への感染に必要な菌のエフェクター*NFC1*

リン十分条件で、*NFC1* の変異体(*△nfc1*)では根における菌体量が野生株の Ct3 と比較して低下して、その相補株（comp）では、菌体量が回復している。一方で、リン欠乏条件では菌体量に有意な変化はない。*△bot5* は以前に同定された根における菌体量が低下する変異体。(Newfeld et al., 2026 より一部改変)。

発表内容

植物に感染する糸状菌は、周囲の環境に応じて植物の成長を阻害することも促進することもあると、近年明らかになりつつあります。たとえば、本研究で扱った *Colletotrichum tofieldiae* の Ct3 株は、無菌の実験条件下において、22℃ではモデル植物シロイヌナズナの成長を阻害しますが、26℃では成長を促す共生菌として振る舞います。本研究では、この現象に注目してトランスクリプトーム解析を行い、22℃で発現が誘導され、26℃では抑制される Ct3 の遺伝子を調べました。その結果、これらの遺伝子には、エフェクターと総称される分泌タンパク質をコードする遺伝子が多く含まれていることが分かりました。さらに遺伝学的解析により、そのうちの *NFC1* と名付けた遺伝子が宿主への感染に必要であることを明らかにしました。*NFC1* が持つ細胞外分泌シグナル配列を除いた場合は、*△nfc1* 変異体を野生型の *NFC1* と異なり相補できなかったことから、*NFC1* タンパク質が細胞外に分泌されることがその機能に重要であることが示唆されました。次に、追加のトランスクリプトーム解析と、概日リズムに異常をもつシロイヌナズナ変異体を用いた解析から、*NFC1* が植物の概日リズムを撹乱することを明らかにしました。興味深いことに、*NFC1* の発現は温度だけでなくリンの条件によっても変化し、周囲や植物体内のリンが欠乏した状態では抑制されることが分かりました。さらに、酵母でリン欠乏への適応(リン欠乏応答)を担うことが知られている転写制御因子 *PHO4* に相当する、Ct3 の転写制御因子 *CtPHO4* が、リン欠乏環境において *NFC1* の発現を抑制していることが判明しました(図２)。*CtPHO4* を欠損した変異体ではリン欠乏環境での菌の成長が制限されることも合わせると、Ct3 は *CtPHO4* を介して、宿主への感染とリン欠乏時の自身の成長を制御していると考えられます。また、この *CtPHO4* を介した感染制御の仕組みは、植物の成長を促す Ct4 株にも一部保存されていました。

これまで、菌の栄養応答と宿主への感染は、それぞれ別々に研究されることがほとんどでした。本研究は、この両者を結びつけた点に大きな意義があります。微生物が宿主に感染する重要な理由の一つは、宿主から栄養を得ることにあると考えられます。菌の栄養応答に注目し、

それを制御できるようになれば、微生物の病原性を抑えながら、植物との共生能力を最大限に引き出すといった戦略も可能になると期待されます。

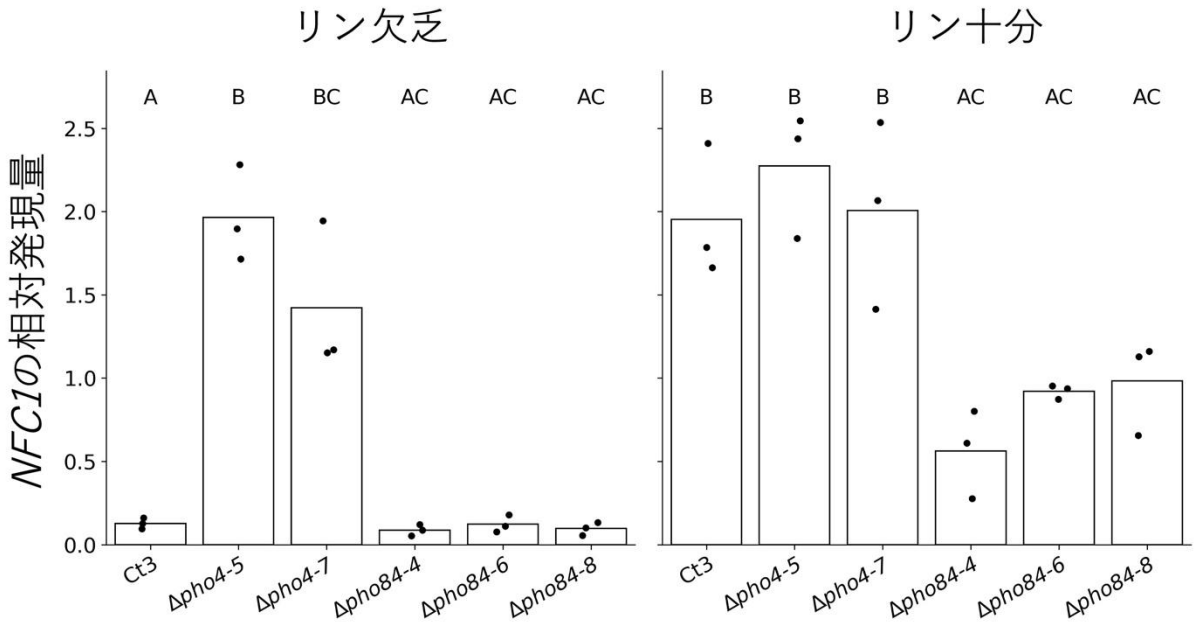


図２： リン欠乏条件での *CtPHO4* による *NFC1* の発現の抑制

△pho4 変異体においては、リン欠乏条件で野生型の Ct3 株と比較して *NFC1* の発現が顕著に上昇している。リン十分では、*△pho4* 変異体は野生型と有意な差はないものの、*CtPHO4* の下流のリン酸トランスポーターである *CtPHO84* を破壊した株（*△pho84*）では、*NFC1* の発現が抑制されている。(Newfeld et al., 2026 より一部改変)。

〇関連情報：

「プレスリリース①共生菌が「悪者」になるメカニズム ――植物内生菌が潜在的に有する病原性発現機構の解明――」(2025/04/11)
https://www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/20250411000000.html

「プレスリリース②紙一重で菌は植物の敵にも味方にもなる ――糸状菌の共生と寄生、対照的な戦略を分かつ分子機構の発見――」(2023/09/06)
https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/press/z0109_00091.html

発表者・研究者等情報

東京大学
大学院総合文化研究科
畫間　敬　教授
ニューフェルド・ジェイシー　大学院生（博士課程）
青木　誠志郎　准教授
羽場　裕美　　学術専門職員
高木　桃子　　助教

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス領域

高橋　望　　助教
久保田　茜　　助教
遠藤　求　　教授

論文情報

雑誌名：Cell Reports
題　名：The fungal phosphate starvation regulator *CtPHO4* couples nutrient adaptation to host colonization through the effector *NFC1*
著者名：Jacy Newfeld, Seishiro Aoki, Hiromi Haba, Momoko Takagi, Nozomu Takahashi, Akane Kubota, Motomu Endo, Kei Hiruma*
DOI：10.1016/j.celrep.2026.118298
URL：https://www.cell.com/cell-reports/fulltext/S2211-1247(26)01377-X

注意事項（解禁情報）

日本時間 11 月 12 日午前 0 時（米国東部時間：11 日午前 10 時）以前の公表は禁じられています。

研究助成

本研究は、JSPS 科研費「基盤研究（B）（JP23H02210）、研究活動スタート支援（JP24K23127）、基盤研究（B）（JP26K01738）」、JST 創発的研究支援事業（JPMJFR200A）、同 戦略的創造研究推進事業 ALCA-Next（先端的カーボンニュートラル技術開発）（JPMJAN23D4）、同 次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）（JPMJSP2108）の支援により実施されました。

用語解説

（注 1）エフェクター：植物感染微生物が持つ分泌性の小分子タンパク質を一般的には総称し、植物の免疫をはじめ様々な植物応答を撹乱する機能を持つことがわかっています。

（注 2）概日リズム（サーカディアンリズム）：生物が約 24 時間周期で示す生理活動のリズムで、体内時計によって生み出されます。植物では、光合成や成長、気孔の開閉、病原体に対する防御などが、このリズムによって一日の時間帯に合わせて調節されていることがわかっています。

（注 3）リン欠乏応答：生物が周囲のリン不足を感知し、それに適応するために起こす反応の総称です。たとえば、リン酸を取り込む輸送体（リン酸トランスポーター）の発現を高めて周囲からリンを効率よく集めたり、植物では根の形を変えてリンを探しやすくしたりするなど、さまざまな反応が引き起こされます。

問合せ先

〈研究内容について〉
東京大学大学院総合文化研究科
教授　畫間　敬（ひるま　けい）
Tel：03-5454-6631　E-mail：hiruma@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

〈機関窓口〉
東京大学大学院総合文化研究科・教養学部　広報室
Tel：03-5454-6306　E-mail：pro-www.c@gs.mail.u-tokyo.ac.jp

奈良先端科学技術大学院大学　企画総務課渉外企画係
Tel：0743-72-5112　E-mail：s-kikaku@ad.naist.jp

科学技術振興機構　広報課
Tel：03-5214-8404　E-mail：jstkoho@jst.go.jp

〈JST 事業について〉
科学技術振興機構　創発的研究推進部
永井　諭子（ながい　さとこ）
Tel：03-5214-7276　E-mail：souhatsu-inquiry@jst.go.jp