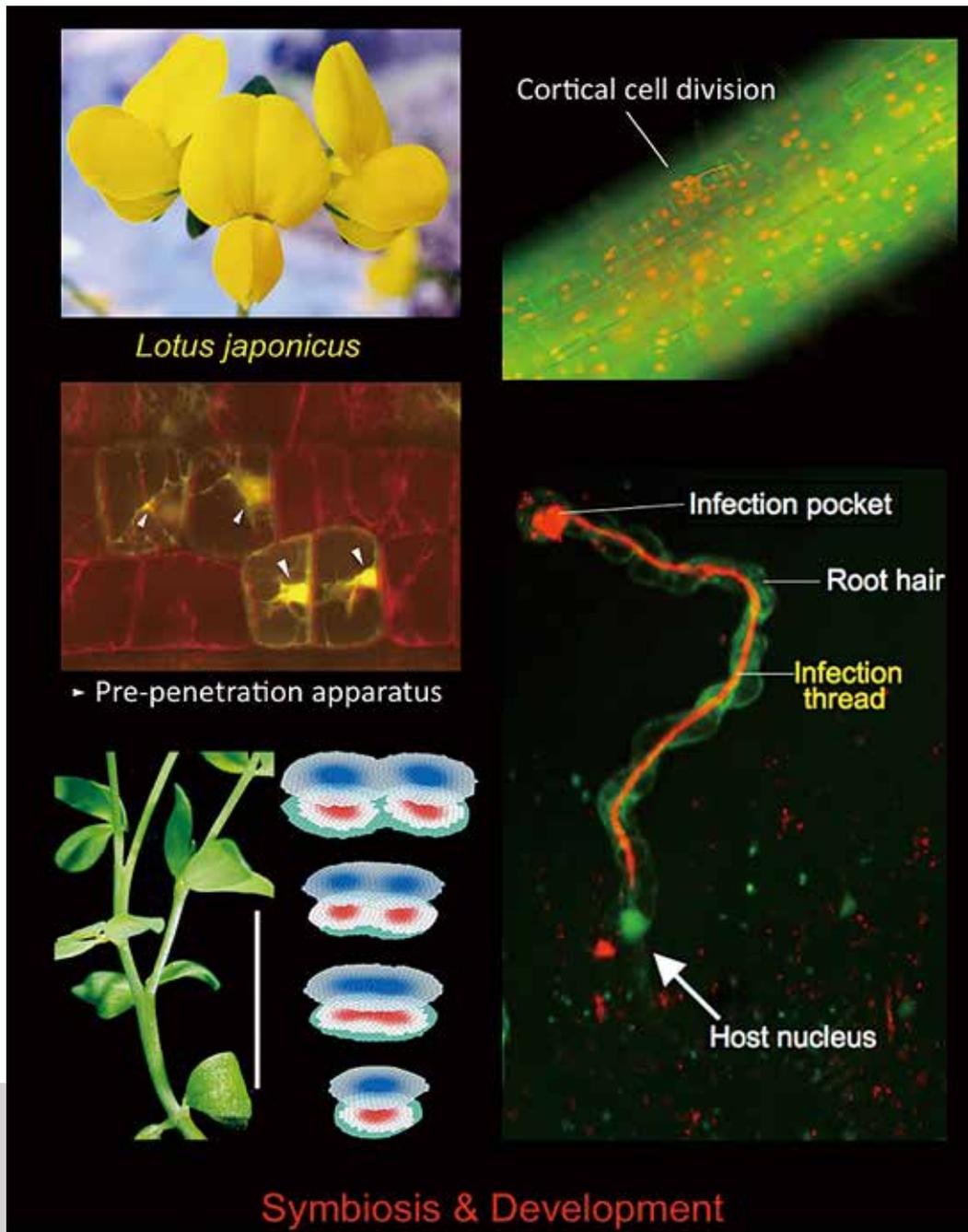


# 共生の仕組みと発生可塑性を解き明かす

マメ科植物は、根粒菌と相互作用することによって根に細胞分裂を誘導し、根粒と呼ばれるこぶ状の窒素固定器官を形成する。一方、陸上植物の多くはアーバスキュラー菌根菌と共生し、成長に必要なリンや水分を効率よく吸収している。近年マメ科植物の根粒共生系は、4～5億年前に起原をもつ菌根共生系と茎頂メリステム(SAM)の遺伝子ネットワークを流用して進化してきたことが分かってきた。本部門では、日本に自生するマメ科の草本ミヤコグサ *Lotus japonicus* とその共生菌を使って、生物間相互作用により表現型が変化する発生可塑性 (developmental plasticity) のメカニズムとその進化基盤を研究している。



## Members

教授  
川口 正代司

助教  
武田 直也  
壽崎 拓哉

技術課技術職員  
田中 幸子

特別訪問研究員  
中川 知己

博士研究員  
藤田 浩徳  
小林 裕樹  
永江 美和  
前田 太郎  
亀岡 啓  
志水 (三田尾) 悌

総合研究大学院大学  
大学院生  
都築 周作  
福原 舞  
西田 帆那  
LIU, Meng

技術支援員  
壽崎 百代  
市川 倫子  
小川 祐子  
義則 有美

事務支援員  
大久保 雅代

## 根粒形成という発生プログラム

根粒の形成過程では、根粒菌の感染を契機に宿主植物のこれまで分化した組織であった根の皮層細胞が脱分化し、根粒原基形成に向けた新たな発生プログラムが実行される(図1)。私たちは、マメ科のモデル植物ミヤコグサを用いた遺伝学・細胞生物学的アプローチにより、この脱分化と根粒原基形成の仕組みを明らかにするための研究を進めている。得られた知見を手がかりに、植物に特徴的な発生プログラムの基本原理を理解したいと考えている。

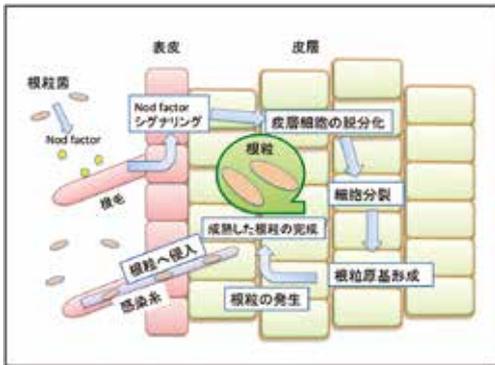


図1. 根粒形成過程の概要

## 根とシュートの長距離コミュニケーションを介した根粒形成のフィードバック制御

マメ科植物は根粒バクテリアとの共生により大気中の窒素を利用することができるが、窒素固定には多く生体エネルギーが消費されるため、植物は根粒の数を適正にコントロールしている。私たちは、ミヤコグサの根粒超着生変異体を用いた解析から、根粒数が根とシュート間の長距離コミュニケーションにより制御される分子メカニズムを解明してきた。根からシュートへ長距離移動すると推定される糖修飾 CLE ペプチド、その受容体である HAR、さらにはシュート由来因子を受け根で機能する TML 等の解析を行っており、根粒形成の全体的なフィードバック制御の全容解明を目指している(図2)。

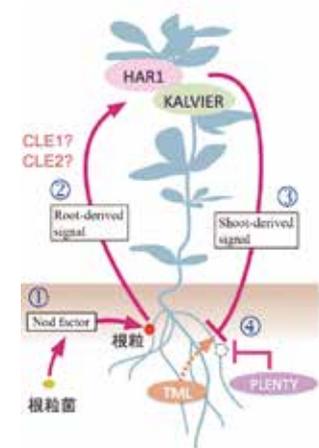


図2. 根粒形成の全体的なフィードバック制御機構のモデル図

## アーバスキュラー菌根共生の解明

アーバスキュラー菌根 (AM) 共生は植物と微生物の最も普遍的な共生であり、その起源は 4 ~ 5 億年前と推定されている。近年、AM 共生を基盤として、根粒共生が進化してきたことが分かってきた。しかし、その分子機構はほとんど不明である。我々は AM 菌の共存培養を立ち上げるとともに、共生因子の同定を目指して、遺伝学・逆遺伝学的手法を用いた研究を展開している。

## 植物パターン形成の数値モデル解析

自己増殖的な茎頂分裂組織のパターン形成、あるいは共生の進化ダイナミクスを理解するために、実験的知見に基づいた数値モデルを構築し、解析している。そのシミュレーション結果に基づいて、実験による検証も試みている。

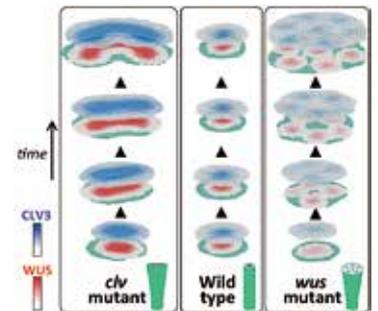


図3. 茎頂分裂組織パターン形成のコンピュータ・シミュレーション

## 参考文献

- Sasaki, T., Suzaki, T., Soyano, T., Kojima, M., Sakakibara, H., and Kawaguchi, M. (2014). Shoot-derived cytokinins systemically regulate root nodulation. *Nat Commun.* 5, 4983.
- Soyano, T., Hirakawa, H., Sato, S., Hayashi, M., and Kawaguchi, M. (2014). NODULE INCEPTION creates a long-distance negative feedback loop. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 111, 14619-14624.
- Suzaki, T., Ito, M., Yoro, E., Sato, S., Hirakawa, H., Takeda, N., and Kawaguchi, M. (2014). Endoreduplication-mediated initiation of symbiotic organ development in *Lotus japonicus*. *Development* 141, 2441-2445.
- Yoro, E., Suzaki, T., Toyokura, K., Miyazawa, H., Fukaki, H., and Kawaguchi, M. (2014). A positive regulator of nodule organogenesis, NODULE INCEPTION, acts as a negative regulator of rhizobial infection in *Lotus japonicus*. *Plant Physiol.* 165, 747-758.
- Okamoto, S., Shinohara, H., Mori, T., Matsubayashi, Y., and Kawaguchi, M. (2013). Root-derived CLE glycopeptides control nodulation by direct binding to HAR1 receptor kinase. *Nat Commun.* 4, 2191.
- Fujita, H., Toyokura, K., Okada, K., and Kawaguchi, M. (2011). Reaction-diffusion pattern in shoot apical meristem of plants. *PLoS One* 6, e18243.
- Nishimura, R., Hayashi, M., Wu, G.-J., Kouchi, H., Imaizumi-Anraku, H., Murakami, Y., Kawasaki, S., Akao, S., Ohmori, M., Nagasawa, M., Harada, K., and Kawaguchi, M. (2002). HAR1 mediates systemic regulation of symbiotic organ development. *Nature* 420, 426-429.

教授  
川口 正代司

助教  
武田 直也

助教  
壽崎 拓哉

