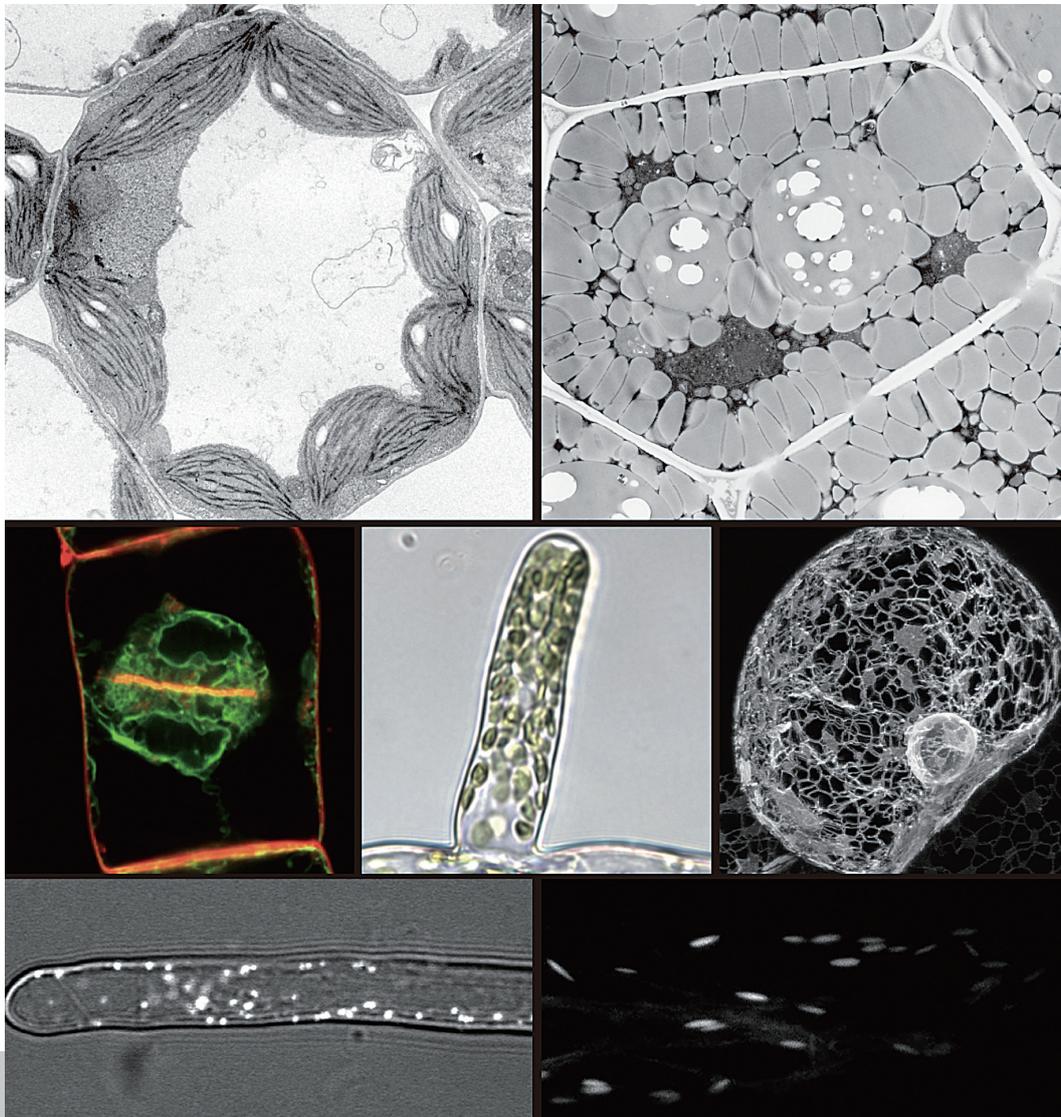


オルガネラの分化から

植物の高次機能発現を理解する

発芽した子葉は陽にあると緑化し、また木の葉は秋に紅葉する。こうした植物の営みにはオルガネラの機能および形態の変動が伴っている。緑化にはエチオプラストからクロロプラストへの、また紅葉にはクロロプラストからクロモプラストへの転換が生じ、葉の色が変わっていく。このようなオルガネラの変換は、植物の成長・分化に伴って頻繁に観察される現象であり、オルガネラ分化の可塑性として捉えられる。このオルガネラ分化の可塑性こそが環境と一体化して生きている植物の特徴である。本部門では、分子から植物個体まで幅広いレベルから、植物におけるオルガネラ分化の可塑性を理解することにより、新たな動的植物像の構築を目指している。



Members

教授
西村 幹夫

准教授
林 誠

助教
真野 昌二
山田 健志

技術課技術職員
近藤 真紀

NIBB リサーチフェロー
山田 (後藤) 志野

博士研究員
及川 和聡
金井 雅武
渡邊 悦子
田中 美名
神垣 あかね

総合研究大学院大学
大学院生
CUI, Songkui
柴田 美智太郎

技術支援員
中井 篤
斎藤 美幸
中山 朋美
曳野 和美
義則 有美
山口 千波

事務支援員
上田 千弦

シロイヌナズナの電子顕微鏡写真 (左は緑化子葉、右は種子中の子葉) および「The Plant Organelles Database 2(文献 4)」の動画の一部。経時変化や環境刺激に伴うダイナミックなオルガネラの様子や細胞内の配置を観ることができる (Mano *et al.* (2011) *Plant Cell Physiol.* 52, 244-253)。また、一般の方向けのウェブサイト「植物オルガネラワールド」も公開している。

高等植物におけるペルオキシソームの機能発現と形成機構

ペルオキシソームは、動植物、酵母など真核細胞に普遍的に存在するオルガネラで、高等植物では、脂肪酸代謝、光呼吸、ジャスモン酸やオーキシンの生合成、活性酸素種の除去などその機能は多岐に渡っている。ペルオキシソームの機能や形成が欠損した変異体では、種子の発芽不全、植物体の矮性化、花芽の融合、種子形成不全などの異常をきたすことから、ペルオキシソームが植物の一生を通じて、高次機能を支える重要なオルガネラであることが明らかになりつつある。

しかしながら、このペルオキシソームの機能発現および形成機構は、遺伝子発現、mRNAのスプライシング、タンパク質の細胞内輸送、ペルオキシソーム内でのタンパク質分解という各段階で調節されていることが示されているものの、その制御機構は分子レベルでは完全に解明されていない。本研究部門では、シロイヌナズナのペルオキシソーム機能欠損変異株（文献5）やRNAi法によってペルオキシソーム遺伝子の機能を低下させた植物体、高純度に精製したペルオキシソームを用いたプロテオーム解析（文献2）、マイクロアレイを用いた遺伝子発現解析などを駆使して、高等植物におけるペルオキシソームの機能と形成に関わる分子の同定とその制御機構の解明に取り組んでいる。また、GFPでペルオキシソームが可視化されたシロイヌナズナを親株として単離したペルオキシソーム変異株を用いて、ペルオキシソームの形成機構やタンパク質輸送機構の解析を進めている（図1、文献1）。

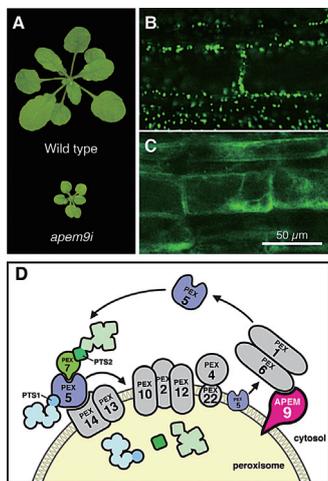


図1. ペルオキシソームタンパク質輸送異常による植物体への影響
APEM9という植物特異的な因子の機能を低下させた植物体は (*apem9*)、野生型 (Wild type) に比べ矮性となる (A)。ペルオキシソームへの輸送シグナルを付加した緑色蛍光タンパク質 (GFP) を発現させると、野生型では GFP によりペルオキシソームが粒状の構造として観察されるのに対し (B)、*apem9* では、GFP の輸送が抑制されるためサイトゾルで蛍光が観察される (C)。このペルオキシソームへのタンパク質輸送には、様々な因子が関わっている (D)。

液胞、小胞体の機能交換

高等植物の液胞は形態的、機能的に大きく変動する能力を

備えている。種子には貯蔵タンパク質を蓄積するタンパク質蓄積型液胞が存在し、発芽とともに消化酵素を蓄える分解型液胞に転換する。私たちは植物のプログラム細胞死に液胞が深く関わることを発見した。液胞プロセシング酵素 (VPE) は液胞タンパク質の成熟化に関与するプロテアーゼである。VPE の発現が低下した植物では菌感染時などに見られるプログラム細胞死 (PCD) が抑えられる。PCD が起こる前に液胞が崩壊することから、VPE による液胞崩壊が PCD を引き起こすことが示唆されている。また、タンパク質蓄積型液胞への貯蔵タンパク質の輸送に必要な小胞体由来の PAC (Precursor accumulating) 小胞に加え、小胞体 (ER) を GFP で可視化することで、小胞体由来の新規オルガネラ、ER ボディを発見した。ER ボディは幼植物体の表皮細胞に多く見られ、傷害でも誘導されることから、食害や病害に対する防御の働きがあると考えられる。現在、シロイヌナズナを用いて ER ボディの形成に関わる因子を同定し、植物特異的な小胞体の機能について解析している (図2、文献3)。このほかにも、分子シャペロンである HSP90 の遺伝子変異に対する緩衝作用について研究を進めている。

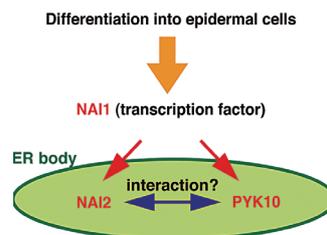
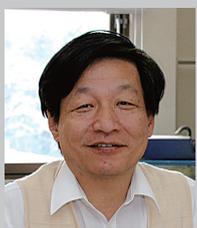


図2. ER ボディ形成のモデル
転写制御因子 NAI1 は幼植物体の表皮細胞に発現し、ER ボディ形成因子 NAI2 と ER ボディの主要なタンパク質 PYK10 の発現を誘導する。NAI2 と PYK10 は小胞体内で集合し、ER ボディを形成する。Yamada *et al.* (2011) *Plant Cell Physiol.* 52, 2039-2049 より引用。

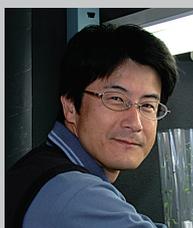
参考文献

- Goto, S., Mano, S., Nakamori, C., and Nishimura, M. (2011). *Arabidopsis* ABERRANT PEROXISOME MORPHOLOGY 9 is a peroxin that recruits the PEX1-PEX6 complex to peroxisomes. *Plant Cell* 23, 1573-1587.
- Arai, Y., Hayashi, M., and Nishimura, M. (2008). Proteomic identification and characterization of a novel peroxisomal adenine nucleotide transporter supplying ATP for fatty acid β -oxidation. *Plant Cell* 20, 3227-3240.
- Yamada, K., Nagano, A. J., Nishina, M., Hara-Nishimura, I., and Nishimura, M. (2008). NAI2 is an endoplasmic reticulum body component that enables ER body formation in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 20, 2529-2540.
- Mano, S., Miwa, T., Nishikawa, S., Mimura, T., and Nishimura, M. (2008). The plant organelles database (PODB): A collection of visualized plant organelles and protocols for plant organelle research. *Nucleic Acid Res.* 36, D929-937.
- Hayashi, M., Nito, K., Toriyama-Kato, K., Kondo, M., Yamaya, T., and Nishimura, M. (2000). *AtPex14* maintains peroxisomal functions by determining protein targeting to three kinds of plant peroxisomes. *EMBO J.* 19, 5701-5710.

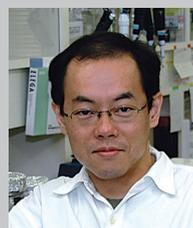
教授
西村 幹夫



准教授
林 誠



助教
真野 昌二



助教
山田 健志

