

科学研究費助成事業（特別推進研究）公表用資料  
〔研究進捗評価用〕

平成22年度採択分

平成25年 5月30日現在

研究課題名（和文） **植物の生存戦略としての細胞内膜系の  
分化機構の解明**  
研究課題名（英文） **Differentiation of endomembrane system  
for defense strategy in higher plants**

研究代表者

**西村いくこ** (Ikuko Hara-Nishimura)  
京都大学・大学院理学研究科・教授



研究の概要：植物は、病原体の感染や外環境変化に対処するために細胞内膜系を巧みに使い分けている。本研究では、細胞内膜系に注目してその形態形成と動態という視点から、植物の生存戦略を探る。これまでに、細胞核の運動のための新規の nucleocytoplasmic linker, 小胞体ネットワーク形成機構、膜輸送系依存的な感染応答機構などが明らかになった。

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・植物分子生物・生理学

キーワード：植物細胞内膜系、オルガネラ、環境応答、感染応答、生体防御

### 1. 研究開始当初の背景

(1) ウイルス(Science 2004)やバクテリア(Gene Dev 2009)の感染研究から、植物は、病原体の種類に応じて細胞内膜系を使い分けるという概念が生まれてきた。また、病害虫に対しては忌避物質生産に関わる ER ボディを小胞体から誘導する(Plant Cell 2008)など、植物は細胞内膜系を巧みに利用していることが分かってきた。

(2) 代表的内膜系である小胞体の運動を見だし、小胞体と植物型ミオシン XI と細胞骨格アクチンの三者相互作用による positive feedback 運動モデルを提唱した(図1, PNAS 2010)。この小胞体ネットワークの運動が、240 年来の謎である原形質流動の原動力となる可能性が浮上してきた。

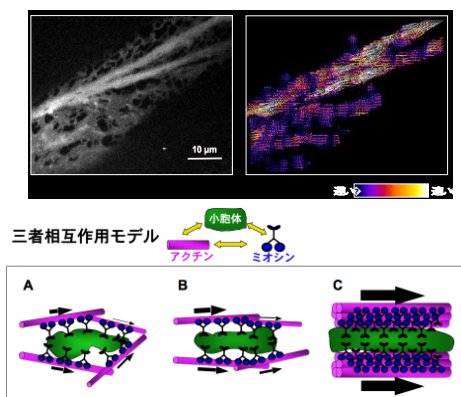


図1. 小胞体流動の三者相互作用モデル!  
小胞体流動を示す速度分布地図(上)と小胞体—  
アクチン—ミオシンの三者によるpositive feedback  
モデル(下). Ueda et al., PNAS(2010)より

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、細胞内膜系の構造形成や動態という視点から、植物の生存戦略の理解を深めることにある。具体的には、小胞体、細胞核、細胞膜輸送系などの動態を把握し、外環境や感染に対する細胞内膜応答の機構とそれによって支えられる植物細胞の優れた環境適応能力の解明を目指す。

### 3. 研究の方法

本研究は、(i) 細胞内膜系の運動と環境応答と(ii) 細胞内膜輸送と環境・感染応答の2つの柱からなる。(i)では、小胞体ネットワーク構造および小胞体由来の膜系で囲まれている細胞核の形態形成と運動の分子機構の解明と環境応答時の高次機能解明を目指す。(ii)では、独自に確立した膜輸送不全変異体(*gfs*)プールから菌感染応答異常変異体を選抜し、感染応答における膜輸送装置の働きを明らかにする。

### 4. これまでの成果

(1) 植物の核は環境に応答して運動する。ミオシン XI-I が新規の nucleocytoplasmic linker として核の運動を制御していることを見出した(図2; Tamura et al., under revision)。植物の核は、環境変化に速やかに応答するために、生物界最速のモーターである myosin XI を利用した運動機構を獲得したと考えられる。細胞核の基本的な構造を明らかにするため、核膜孔複合体の構成成分の網羅的同定と機能解析を行った(4, 9, 10)。

[ 4. これまでの成果 (続き) ]

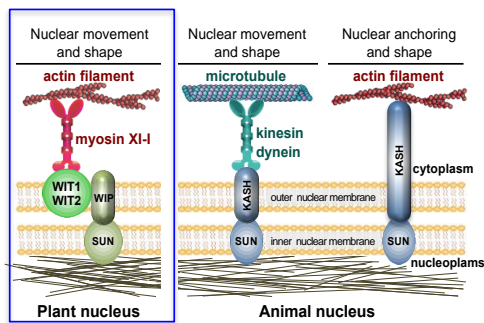


図2. 植物独自のミオシン駆動型核運動システム

(2) 小胞体ネットワークの形成機構を解明するために、小胞体形態異常変異体 *er morphology (ermo)* を複数単離・解析した (6)。また、小胞体膜局在の RHD3 が小胞体のネットワーク形成と運動に関わることを見いだした (図3 ; 論文準備中)。RHD3 が GTP 依存的に小胞体膜融合を担うことなど新しい膜融合の機構が見えてきた。

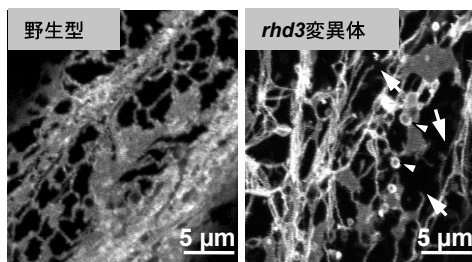


図3. 小胞体ネットワーク形成不全を示す *rhd3* 変異体

(3) アブラナ科特有の感染防御機構として、ER ボディの小胞体からの形成機構 (5)。吸水時の種子を病原体から守るためのムシレージ放出の制御因子 (2) を報告した。

5. 今後の計画

- (1) 植物型ミオシン XI による運動と外環境応答について、植物体における高次レベルの働きを明らかにする。小胞体ネットワークの *in vitro* 再構築系を利用した解析を進める。
- (2) 特に非病原性菌の感染から過敏細胞死や全身獲得性抵抗に至るプロセスにおける細胞内膜輸送装置の役割の解明を行う。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

(1) Teh OK, Shimono Y, Shirakawa M, Fukao Y, Tamura K, Shimada T, Hara-Nishimura I, The AP-1  $\mu$  adaptin is required for KNOLLE localization at the cell plate to mediate cytokinesis in *Arabidopsis*. *Plant Cell Physiol* in press. (2013) (Editor's choice に選抜)

(2) Kunieda T, Shimada T, Kondo M, Nishimura M, Nishitani K, Hara-Nishimura I, Spatiotemporal secretion of PEROXIDASE36 is required for seed coat mucilage extrusion in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 25: 1355-1367 (2013)

(3) Tanaka Y, Sugano SS, Shimada T, Hara-Nishimura I, Enhancement of leaf photosynthetic capacity through increased stomatal density in *Arabidopsis*. *New Phytol* 198: 757-764 (2013).

(4) Tamura K, Hara-Nishimura I, The molecular architecture of the plant nuclear pore complex. *J Exp Bot* 64: 823-832 (2013)

(5) Yamada K, Nagano AJ, Nishina M, Hara-Nishimura I, Nishimura M, Identification of two novel endoplasmic reticulum body-specific integral membrane proteins. *Plant Physiol* 161:108-120 (2013)

(6) Nakano RT, Matsushima R, Nagano AJ, Fukao Y, Fujiwara M, Kondo M, Nishimura M, Hara-Nishimura I, ERMO3/MVP1/GOLD36 is involved in a cell type-specific mechanism for maintaining ER morphology in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS One* 7: e49103 (2012)

(7) Shimada T, Sugano SS, Hara-Nishimura I, Positive and negative peptide signals control stomatal density. *Cell Mol Life Sci.* 68: 2081-2088 (2011)

(8) Hara-Nishimura I, Hatsugai N, The role of vacuole in plant cell death. *Cell Death Differ* 18: 1298-1304 (2011)

(9) Tamura K, Hara-Nishimura I, Involvement of the nuclear pore complex in morphology of the plant nucleus. *Nucleus* 2: 168-172 (2011)

(10) Tamura K, Fukao Y, Iwamoto M, Haraguchi T, Hara-Nishimura I, Identification and characterization of nuclear pore complex components in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 22: 4048-4097 (2010) (IN BRIEF として紹介)

(11) Shirakawa M, Ueda H, Shimada T, Koumoto Y, Shimada TL, Kondo M, Takahashi T, Okuyama Y, Nishimura M, Hara-Nishimura I, Arabidopsis Qa-SNARE SYP2 proteins localized to different subcellular regions function redundantly in vacuolar protein sorting and plant development. *Plant J* 64 926-35 (2010)

平成 25 年 3 月 22 日 日本植物生理学会賞

ホームページ

[http://www.bot.kyoto-u.ac.jp/j/4\\_saibou.html](http://www.bot.kyoto-u.ac.jp/j/4_saibou.html)