

---

# 植物細胞壁の情報処理システム

---

領域略称名：植物細胞壁機能

領域番号：3404

平成24年度～平成28年度  
科学研究費助成事業（科学研究費補助金）  
（新学術領域研究（研究領域提案型））  
研究成果報告書

平成30年6月

領域代表者 西谷和彦

東北大学 大学院生命科学研究科・教授

## はしがき

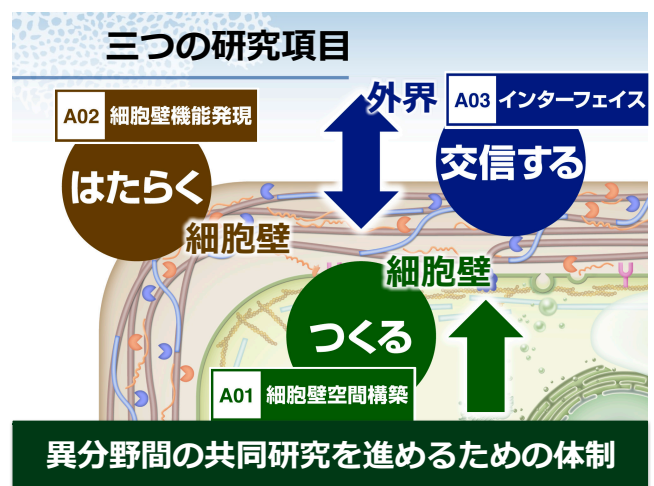
陸上植物は個体を構成する各細胞が高い自律応答性を獲得し、それらの総体として個体全体を統御するシステムを進化させてきた。この分散型の統御系は、発生や生体防御など、陸上植物の生命過程全般を通して普遍的に観られるシステムである。この点で、陸上植物は、中枢神経系により一元的に個体統御を行う方向に進化した後生動物とは極めて対照的である。

陸上植物の自律応答性システムは、細胞膜外側の細胞壁領域および細胞膜近傍で情報の処理と応答を完了する場合が多い。このように細胞壁領域で自律的に情報統御を行うシステムを本領域では細胞壁の情報処理システムと定義して、その分子解剖を目指してきた。その機能は後生動物における脳・神経系や液性免疫系に似るが、植物体内の機能の場が、ニューロンや体液ではなく、細胞壁という植物固有の安定な動的超構造である点で、両者には全く相同性がない。したがって、植物の統御系を理解するには、動物のアナロジーは有効ではなく、植物独自の新規の学問領域を開拓していく以外に方法がない。

植物細胞壁の情報処理システムの基盤となる細胞間の情報伝達に関わるシグナル分子については、我が国は長い研究の歴史をもち、世界をリードしてきた。すなわち、澤は新規ペプチドホルモンの構造や作用機構を解明し、山口は器官間、生物間のコミュニケーションに関わる新規の植物ホルモンであるストリゴラクトンを発見した。一方、情報処理系の舞台となる細胞壁についても、我が国は顕著な業績をあげてきた。西谷は細胞壁の再編酵素である XTH ファミリーを発見し、出村は維管束の細胞壁形成や細胞死を司る VND 因子群を発見し、佐藤は細胞壁の細胞接着や組織の癒傷に関わる因子群を発見し、世界をリードしてきた。細胞壁成分の合成・分泌に必須の膜交通については、上田が植物固有の分子装置を発見し、五十嵐はセルラーゼによる細胞壁分解過程をリアルタイムではじめて観察し、橋本は表層微小管の動態がカタニンにより制御されることを見だし、馳澤はイメージング技術と情報処理技術を開発し、細胞構築の基盤となる細胞骨格の動態を可視化してきた。

これら、細胞壁や細胞骨格、細胞間情報伝達、膜交通に関する研究成果は、本領域の研究を推進する上で直接の学術的基盤となるものである。しかし、個別のテーマの研究推進のみでは「細胞壁の情報処理システム」という新しい学問領域の開拓は困難である。そのブレークスルーを目指すには、これら異分野の研究者が連携し、共通の研究テーマを定め、様々な角度から集中的に解析し、研究を加速的に推進できる研究体制の構築が求められる。

そこで、本領域では、関連領域で顕著な研究業績を持つ 9 チームの研究者が、互いに研究テーマを部分的に共有しながら有機的な研究ネットワークを作り、総括班が全チームのハブとなり (1)細胞壁空間構築, (2)細胞壁機



能発現, (3)インターフェイス機能の三つの研究項目について, 研究項目横断的に細胞壁の情報処理システムの解剖を進めることとした。

研究推進に当たっては, 最終目標である「植物細胞壁の情報処理」という全く新しい概念の構築と, それを基盤とした「新学術領域」を創成するために, 前半2年では, 研究コミュニティ形成に力を入れ, 領域代表が計画・公募の全班員へサイトビジットを行い, 全班員が本領域の研究目標を共有し, それに向かって研究を推進する研究体制を構築した。ついで, 後半3年では, 前半で構築した研究コミュニティを最大限に活用し, 班員間の共同研究を基にした異分野の概念の融合を推進した。

それにより, これまでの植物科学には無かったアプローチで細胞壁の構造と機能に関する多次元の解析を進めることができた。その結果, 情報処理システムとしての植物細胞壁を理解するための新しい学術領域を開拓することができただけでなく, その新しい学術領域の将来を支える若手研究者の育成にも成功した。

更に, 新学術領域の総括班のアウトリーチ活動を通して「植物細胞壁」に関する新しい概念を社会に向けて発信し, 社会への受容を図ることができた。

これらの成果については, 科学研究費補助金審査部会による中間・事後の両評価における所見では, 共に最高評価ランクであるA+ (研究領域の設定目的に照らして, 期待以上の進展が認められる) の評価を得た。

以上により, 新学術領域研究「植物細胞壁研究の情報処理システム」は, 研究コミュニティの形成, 新学術領域の開拓, 若手研究者育成, 新しい細胞壁像の社会への発信, のいずれの点においても, 所期の目標を達成することができたことは, 領域代表として喜びに堪えない。同時に, この新学術領域研究により, 21世紀の自然科学の中に「植物細胞壁の情報処理システム」という新しい研究領域を拓くことができたことは, 長年にわたり細胞壁研究を続けてきた科学者の一人として感無量である。

本新学術領域研究の中で育った若い研究者諸氏が, 新しく拓かれた細胞壁研究の新領域の前線を更に押し広げ, 細胞壁研究を通して自然科学体系全体を“揺さぶる”ほどの衝撃のある研究を展開されることを期待したい。



平成30年6月22日  
領域代表者 西谷和彦

## 研究組織

(領域代表者・研究代表者・研究分担者)

### 【計画研究】

領域代表者	西谷 和彦	東北大学大学院・生命科学研究科・教授
研究代表者	出村 拓	奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・教授
研究代表者	上田 貴志	基礎生物学研究所・細胞動態研究部門・教授
研究代表者	橋本 隆	奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・教授
研究代表者	西谷 和彦	東北大学大学院・生命科学研究科・教授
研究代表者	佐藤 忍	筑波大学・生命環境科学研究科・教授
研究代表者	馳澤 盛一郎	東京大学・新領域創成科学研究科・教授
研究代表者	五十嵐 圭日子	東京大学大学院・農学生命科学研究科・准教授
研究代表者	澤 進一郎	熊本大学大学院・先端科学研究部・教授
研究代表者	山口 信次郎	東北大学大学院・生命科学研究科・教授
研究分担者	大林 武	東北大学大学院・情報科学研究科・准教授
研究分担者	工藤 光子	立教大学・理学部・特任准教授
研究分担者	岩井 宏暁	筑波大学・生命環境科学研究科・准教授
研究分担者	円谷 陽一	埼玉大学・名誉教授
研究分担者	小竹 敬久	埼玉大学・理工学研究科・教授
研究分担者	相田 光広	熊本大学・国際先端科学技術研究機構・教授

### 【公募研究】

研究代表者	角五 彰	北海道大学 理学研究院・准教授	平成25～26年度
研究代表者	笹部 美知子	弘前大学・農学生命科学部・准教授	平成25～28年度
研究代表者	藤原 徹	東京大学大学院・農学生命科学研究科・教授	平成25～28年度
研究代表者	小田 祥久	国立遺伝学研究所・新分野創造センター・准教授	平成25～28年度
研究代表者	石崎 公庸	神戸大学大学院・理学研究科・准教授	平成25～28年度
研究代表者	松永 幸大	東京理科大学・理工学部応用生物科学科・教授	平成25～27年度
研究代表者	五島 剛太	名古屋大学大学院・理学研究科・教授	平成27～28年度
研究代表者	小林 優	京都大学・農学研究科・准教授	平成27～28年度
研究代表者	椎名 隆	京都府立大学大学院・生命環境科学研究科・教授	平成27～28年度
研究代表者	石水 毅	立命館大学・生命科学部・准教授	平成27～28年度
研究代表者	三輪 京子	北海道大学・地球環境科学研究院・准教授	平成25～28年度
研究代表者	福島 和彦	名古屋大学大学院・生命農学研究科・教授	平成25～28年度
研究代表者	朽津 和幸	東京理科大学・理工学部応用生物科学科・教授	平成25～28年度
研究代表者	大谷 美沙都	奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス	平成25～28年度

		研究科・助教	
研究代表者	青木 考	大阪府立大学・生命環境科学研究科・教授	平成27～28年度
研究代表者	石黒 澄衛	名古屋大学・大学院生命農学研究科・准教授	平成27～28年度
研究代表者	伊藤 寿朗	奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・教授	平成27～28年度
研究代表者	Derek Bartlem	KWS SAAT AG ・Head of Research USA	平成25年度
研究代表者	金岡 雅浩	名古屋大学大学院・理学研究科・講師	平成25～28年度
研究代表者	打田 直行	名古屋大学 ・トランスフォーマティブ生命分子研究所・特任准教授	平成25～26年度
研究代表者	富永 るみ	広島大学・生物圏科学研究科・講師	平成25～26年度
研究代表者	澁谷 直人	明治大学・農学部・名誉教授	平成25～26年度
研究代表者	川崎 努	近畿大学・農学部バイオサイエンス学科・教授	平成25～28年度
研究代表者	林 謙一郎	岡山理科大学・理学部・教授	平成25～26年度
研究代表者	寿崎 拓哉	筑波大学・生命環境系・准教授	平成25～26年度
研究代表者	吉田 聡子	奈良先端科学技術大学院大学・研究推進機構・特任准教授	平成25～28年度
研究代表者	近藤 侑貴	東京大学・理学系研究科生物科学専攻・助教	平成27～28年度
研究代表者	賀来 華江	明治大学・明治大学農学部・教授	平成27～28年度
研究代表者	刑部 祐里子	徳島大学・生物資源産業学部・准教授	平成27～28年度
研究代表者	中神 弘史	Max Planck Institute for Plant Breeding Research, Basic Immune System of Plants ・ Protein Mass Spectrometry ・ Group Leader	平成27～28年度

## 交付決定額（配分額）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成24年度	248,600	74,580	323,180
平成25年度	226,100	67,830	293,930
平成26年度	227,200	68,160	295,360
平成27年度	226,500	67,950	294,450
平成28年度	226,500	67,950	294,450
総計	1,154,900	346,470	1,501,370

## 研究発表

研究成果の発信状況 †	
雑誌論文（国際誌）	585 本
‡ IF 8以上	88 本
IF 4以上	323 本
雑誌論文（国内誌等）	103 本
書籍	31冊
共同研究実施件数	331 件
共同研究成果の論文	38 本
主催シンポジウム等	18 回
データベース閲覧回数	3, 203, 589 回
ホームページ閲覧回数	301, 438 回
アウトリーチ活動	114 回

論文掲載雑誌名	IF	本数
<i>Plant Cell</i>	9.5	21
<i>PNAS</i>	9.7	17
<i>Nat. Commun.</i>	11.3	13
<i>Curr. Biol.</i>	8.9	13
<i>Science</i>	33.6	6
<i>J. Cell Biol.</i>	8.7	4
<i>Nat. Chem. Biol.</i>	12.7	2
<i>Trend Plant Sci.</i>	10.9	2
<i>EMBO J.</i>	9.6	2
<i>Nucleic Acid Res.</i>	9.2	2
<i>Autophagy</i>	9.2	2
<i>Ann. Rev. Plant Biol.</i>	22.1	1
<i>J. Amer. Chem. Soc.</i>	13.0	1
<i>Cell Host Microbe.</i>	12.3	1
<i>Nat. Protocol</i>	9.6	1
<i>eLife</i>	8.3	1
合計		88

† 平成 29 年 5 月時の集計結果を示す

‡ IF: Journal Impact Factor

### [雑誌論文]

#### <研究項目 A01>

情報処理の場としての植物細胞壁を細胞内部より構築する仕組みの解明

出村 拓（計画研究） 計 39 件（査読有 39 件，査読無 0 件）

\*Ohtani, M., Akiyoshi, N., Takenaka, Y., \*Demura, T. (2017) Evolution of plant conducting cells: perspectives from key regulators of vascular cell differentiation. *J. Exp. Bot.* **68**, 17–26.

Ohtani, M., Morisaki, K., Sawada, Y., Sano, R., Uy, A.L.T., Yamamoto, A., Kurata, T., Nakano, Y., Suzuki, S., Matsuda, M., Hasunuma, T., Hirai, M.Y., \* Demura, T. (2016) Primary metabolism during biosynthesis of secondary wall polymers of protoxylem vessel elements. *Plant Physiol.* **172**, 1612–1624.

Xu, B., \*Ohtani, M., Yamaguchi, M., Toyooka, K., Wakazaki, M., Sato, M., Kubo, M., Hiwatashi, Y., Murata, T., Kurata, T., Yoneda, A., Kato, K., Hasebe, M., \*Demura, T. (2014) Contribution of NAC transcription factors to plant adaptation to land. *Science* **343**, 1505–1508.

上田 貴志（計画研究） 計 55 件（査読有 53 件，査読無 2 件）

Kanazawa, T., \*Ueda, T. (2017) Exocytic trafficking pathways in plants: why and how they are redirected. *New Phytologist* **215**, 952-957.

Ebine, K., Inoue, T., Ito, J., Ito, E., Uemura, T., Goh, T., Abe, A., Sato, K., Nakano, A., \*Ueda, T. (2014) Plant vacuolar trafficking occurs through distinctly regulated pathways. *Curr. Biol.* **24**, 1375–1382.

Choi, S., Tamaki, T., Ebine, K., Uemura, T., \*Ueda, T., Nakano, A. (2013) RABA members act in distinct steps of subcellular trafficking of the FLAGELLIN SENSING 2 receptor. *Plant Cell* **25**, 1174–1187.

橋本 隆 (計画研究) 計 14 件 (査読有 14 件, 査読無 0 件)

Wong, J.H., \*Hashimoto, T. (2017) Novel Arabidopsis microtubule-associated proteins track growing microtubule ends. *BMC Plant Biol.* **17**, 33.

Hotta, T., Fujita, S., Uchimura, S., Noguchi, M., Demura, T., Muto, E., \*Hashimoto, T. (2016) Affinity purification and characterization of functional tubulin from cell suspension cultures of Arabidopsis and tobacco. *Plant Physiol.* **170**, 1189–1205.

Fujita, S., Pytela, J., Hotta, T., Kato, T., Hamada, T., Akamatsu, R., Ishida, Y., Kutsuna, N., Hasezawa, S., Nomura, Y., Nakagami, H., \*Hashimoto, T. (2013) An atypical tubulin kinase mediates stress-induced microtubule depolymerization in Arabidopsis. *Curr. Biol.* **23**, 1969–1978.

石崎 公庸 (公募研究) 計 39 件 (査読有 39 件, 査読無 0 件)

\*Ishizaki, K. (2015) Development of schizogenous intercellular spaces in plants. *Front. Plant Sci.* **6**, 497.

小田 祥久 (公募研究) 計 10 件 (査読有 8 件, 査読無 2 件)

Vukašinović, N., Oda, Y., Pejchar, P., Synek, L., Pečenková, T., Rawat, A., Sekereš, J., Potocký, M., \*Žárský, V. (2017) Microtubule-dependent targeting of the exocyst complex is necessary for xylem development in Arabidopsis. *New Phytol.* **213**, 1052–1067.

笹部 美知子 (公募研究) 計 15 件 (査読有 15 件, 査読無 1 件)

\*Sasabe, M., Ishibashi, N., Haruta, T., Aki Minami, A., Kurihara, D., Higashiyama, T., Nishihama, R., Ito, M., \*Machida, Y. (2015) The carboxyl-terminal tail of the stalk of Arabidopsis NACK1/HINKEL kinesin is required for its localization to the cell plate formation site. *J. Plant Res.* **128**, 327–336.

藤原 徹 (公募研究) 計 15 件 (査読有 15 件, 査読無 0 件)

\*Li, B., \*Kamiya, T., Kalmbach, L., Yamagami, M., Yamaguchi, K., Shuji, S., Sawa, S., Danku, J.M.C, Salt, D.E., Geldner, N., Fujiwara, T. (2017) Role of LOTR1 in nutrient transport through organization of spatial distribution of root endodermal barriers. *Curr. Biol.* **27**, 1–8.

松永 幸大 (公募研究) 計 16 件 (査読有 16 件, 査読無 0 件)

Hasegawa, J., Sakamoto, Y., Nakagami, S., Aida, M., Sawa, S., \*Matsunaga, S. (2016) Three-dimensional imaging of plant organs using a simple and rapid transparency technique. *Plant Cell Physiol.* **57**, 462–472.

角五 彰 (公募研究) 計 6 件 (査読有 6 件, 査読無 0 件)

Kabir, A., Inoue, D., Hamano, Y., Mayama, H., Sada, K., \*Kakugo, A. (2014) Biomolecular motor modulates mechanical property of microtubule. *Biomacromolecules* **15**, 1797–1805.

石水 毅 (公募研究) 計 3 件 (査読有 3 件, 査読無 0 件)

Uehara, Y., Tamura, S., Maki, Y., Yagyu, K., Mizoguchi, T., Tamiaki, H., Imai, T., Ishii, T., Ohashi, T., Fujiyama, K., \*Ishimizu, T. (2017) Biochemical characterization of rhamnosyltransferase involved in biosynthesis of pectic rhamnogalacturonan I in plant cell wall. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **486**, 130–136.

五島 剛太 (公募研究) 計 14 件 (査読有 12 件, 査読無 2 件)

Yamada, M., Miki, T., \*Goshima, G. (2016) Imaging mitosis in the moss *Physcomitrella patens*. *Methods Mol Biol.* **1413**, 263–282.

小林 優 (公募研究) 計 1 件 (査読有 1 件, 査読無 0 件)

Zhou, Y., Awano, T., \*Kobayashi, M., Matoh, T., Takabe, K. (2017) Immunocytochemical detection of rhamnogalacturonan II on forming cell plates in cultured tobacco cells. *Biosci. Biotech. Biochem.* **81**, 899–905.

椎名 隆 (公募研究) 計 11 件 (査読有 11 件, 査読無 0 件)

Nomura, H., \*Shiina, T. (2016) Plant endosymbiotic organeller calcium signaling under biotic and abiotic stresses. *J. Plant Physiol. Pathol.* **4**, 1–5.

## <研究項目 A02>

植物細胞壁が情報処理機能を発揮する分子メカニズムの解明

西谷 和彦 (計画研究) 計 33 件 (査読有 33 件, 査読無 0 件)

\*Kuroha, T., Nagai, K., Yokoyama, R., Nishitani, K., Mochizuki, T., Tamiya, G., McCouch, S.R., \*Ashikari, M. (2018) An ethylene-gibberellin signaling underlies adaptation of rice to periodic flooding *Science* in press.

Shinohara, N., Sunagawa, N., Tamura, S., Yokoyama, R., Ueda, M., Igarashi, K., \*Nishitani, K. (2017) The plant extracellular enzyme AtXTH3 catalyses covalent cross-linking between cellulose and cello-oligosaccharide. *Scientific Reports* **7**, 46099.

\*Aoki, Y., \*Okamura, Y., Tadaka, S., Kinoshita, K., \*Obayashi, T. (2016) ATTED-II in 2016: a plant coexpression database towards lineage-specific coexpression. *Plant Cell Physiol.* **57**, e5.

Kido, N., Yokoyama, R., Yamamoto, T., Furukawa, J., Iwai, H., Satoh, S., \*Nishitani, K. (2015) The matrix polysaccharide (1;3,1;4)- $\beta$ -D-glucan is involved in silicon-dependent strengthening of rice cell wall. *Plant Cell Physiol.* **56**, 268–276.

Narukawa, H., Yokoyama, R., Komaki, S., Sugimoto, K., \*Nishitani, K. (2015) Stimulation of cell elongation by tetraploidy in hypocotyls of dark-grown Arabidopsis seedlings. *PLoS One* **10**, e0134547.

佐藤 忍 (計画研究) 計 38 件 (査読有 38 件, 査読無 0 件)

Sawake, S., Tajima, N., Mortimer, J.C., Ishikawa, T., Yu, X., Yamanashi, Y., Yoshimi, Y., Kawai-Yamada, M., Dupree, P., Tsumuraya, Y., \*Kotake, T. (2015) KONJAC1 and 2 are key factors for GDP-mannose generation and affect L-ascorbic acid and glucomannan biosynthesis in Arabidopsis. *Plant Cell* **27**, 3397–3409.

Pitaksaringkarn, W., Matsuoka, K., Asahina, M., Miura, K., Sage-Ono, K., Ono, M., Yokoyama, R., Nishitani, K., Ishii, T., Iwai, H., \*Satoh, S. (2014) XTH20 and XTH19 regulated by ANAC071 under auxin flow are involved in cell proliferation in incised Arabidopsis inflorescence stems. *Plant J.* **80**, 604–614.

Bidadi, H., Matsuoka, K., Sage-Ono, K., Fukushima, J., Pitaksaringkarn, W., Asahina, M., Yamaguchi, S., Sawa, S., Fukuda, H., Matsubayashi, Y., Ono, M., \*Satoh, S. (2014) CLE6 expression recovers gibberellin deficiency to promote shoot growth in Arabidopsis. *Plant J.* **78**, 241–252.

馳澤 盛一郎 (計画研究) 計 44 件 (査読有 44 件, 査読無 0 件)

Kimata, Y., Higaki, T., Kawashima, T., Kurihara, D., Sato, Y., Yamada, T., Hasezawa, S., Berger, F., Higashiyama, T., \*Ueda, M. (2016) Cytoskeleton dynamics control the first asymmetric cell division in Arabidopsis zygote. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **113**, 14157–14162.

Hashimoto-Sugimoto, M., Higaki, T., Yaeno, T., Nagami, N., Irie, M., Fujimi, M., Miyamoto, M., Akita, K., Negi, J., Shirasu, K., Hasezawa, S., \*Iba, K. (2013a) A Munc13-like protein in Arabidopsis mediates H<sup>+</sup>-ATPase translocation that is essential for stomatal responses. *Nature Commun.* **4**, 2215.

\*Murata, T., Sano, T., Sasabe, M., Nonaka, S., Higashiyama, T., Hasezawa, S., Machida, Y., Hasebe, M. (2013b) Mechanism of microtubule array expansion in the cytokinetic phragmoplast, *Nature Commun.* **4**, 1967.

五十嵐 圭日子 (計画研究) 計 45 件 (査読有 42 件, 査読無 3 件)



Tachioka, M., Sugimoto, N., Nakamura, A., Sunagawa, N., Ishida, T., Uchiyama, T., Igarashi, K., \*Samejima, M. (2016) Development of simple random mutagenesis protocol for the protein expression system in *Pichia pastoris*. *Biotechnol. Biofuels* **9**, 199.

\*Igarashi, K., Uchihashi, T., Uchiyama, T., Sugimoto, H., Wada, M., Suzuki, K., Sakuda, S., Ando, T., Watanabe, T., Samejima, M. (2014) Two-way traffic of glycoside hydrolase family 18 processive chitinases on crystalline chitin. *Nature Commun.* **5**, 3975.

Nakamura, A., Watanabe, H., Ishida, T., Uchihashi, T., Wada, M., Ando, T., Igarashi, K., \*Samejima, M. (2014) Trade-off between processivity and hydrolytic velocity of cellobiohydrolases at the surface of crystalline cellulose. *J. Amer. Chem. Soc.* **136**, 4584–4592.

大谷 美沙都 (公募研究) 計 25 件 (査読有 24 件, 査読無 1 件)

<sup>+</sup>Ohtani, M., <sup>+</sup>Okubo-Kurihara, E., Kurihara, Y., Kakegawa, K., Kobayashi, M., Nagata, N., Komatsu, T., Kikuchi, J., Cutler, S., Demura, T., \*Matsui, M. (2016) Modification of plant cell wall structure accompanied by enhancement of saccharification efficiency using a chemical, lasalocid sodium. *Sci. Rep.* **6**, 34602.

朽津 和幸 (公募研究) 計 45 件 (査読有 44 件, 査読無 1 件)

Kaya, H., Nakajima, R., Iwano, M., Kanaoka, M.M., Kimura, S., Takeda, S., Kawarazaki, T., Senzaki, E., Hamamura, Y., Higashiyama, T., Takayama, S., Abe, M., \*Kuchitsu, K. (2014) Ca<sup>2+</sup>-activated ROS production by Arabidopsis RbohH and RbohJ is essential for proper pollen tube tip growth. *Plant Cell* **26**, 1069–1080.

福島 和彦 (公募研究) 計 9 件 (査読有 9 件, 査読無 0 件)

\*Aoki, D., Hanaya, Y., Akita, T., Matsushita, Y., Yoshida, M., Kuroda, K., Yagami, S., Takama, R., Fukushima, K. (2016) Distribution of coniferin in freeze-fixed stem of *Ginkgo biloba* L. by cryo-TOF-SIMS/SEM. *Sci. Rep.* **6**, 31525

三輪 京子 (公募研究) 計 7 件 (査読有 7 件, 査読無 0 件)

Aibara, I., \* Miwa, K. (2014) Strategies for optimization of mineral nutrient transport in plants: multi-level regulation of nutrient-dependent dynamics of root architecture and transporter activity. *Plant and Cell Physiol.* **55**, 2027–2036.

石黒 澄衛 (公募研究) 計 3 件 (査読有 3 件, 査読無 0 件)

Suzuki, T., Narciso, J.O., Zeng, W., van de Meene, A., Yasutomi, M., Takemura, S., Lampugnani, E.R., Doblin, M.S., Bacic, A., \*Ishiguro, S. (2017) KNS4/UPEX1: A type II arabinogalactan  $\beta$ -(1,3)-galactosyltransferase required for pollen exine development. *Plant Physiol.* **173**, 185–205.

青木 考 (公募研究) 計 4 件 (査読有 4 件, 査読無 0 件)

Hozumi, A. Bera, S., Fujiwara, D., Obayashi, T., Yokoyama, R., Nishitani, K., \*Aoki, K. (2017) Arabinogalactan proteins accumulate in the cell walls of searching hyphae of the stem parasitic plants, *Cuscuta campestris* and *Cuscuta japonica*. *Plant Cell Physiol* **58**, 1868–1877.

## <研究項目 A03>

細胞間・生物間のインターフェイス機能の分子基盤の解明

澤 進一郎 (計画研究) 計 33 件 (査読有 33 件, 査読無 0 件)

Kinoshita, A., Hove, C.A., Tabata, R., Yamada, M., Shimizu, N., Ishida, T., Yamaguchi, K., Shigenobu, S., Takebayashi, Y., Iuchi, S., Kobayashi, M., Kurata, T., Wada, T., Seo, M., Hasebe, M., Bilou, I., Fukuda, H., Scheres, B., Heidstra, R., \*Sawa, S. (2015) A plant U-box protein, PUB4, regulates asymmetric cell division and cell proliferation in the root meristem. *Development* **142**, 444–453.

Shimizu, N., \*Ishida, T., Yamada, M., Shigenobu, S., Tabata, R., Kinoshita, A., Yamaguchi, K., Hasebe, M., Mitsumasu, K., Sawa, S. (2015) BAM 1 and RECEPTOR-LIKE PROTEIN KINASE 2 constitute a signaling pathway and modulate CLE peptide triggered growth inhibition in Arabidopsis root. *New Phytol.* **208**, 1104–1113.

Ishida, T., Tabata, R., Yamada, M., Aida, M., Mitsumasu, K., Fujiwara, M., Yamaguchi, K., Shigenobu, S., Higuchi, M., Tsuji, H., Shimamoto, K., Hasebe, M., Fukuda, H., \*Sawa, S. (2014) Heterotrimeric G proteins control stem cell proliferation through CLAVATA signaling in Arabidopsis. *EMBO Rep.* **15**, 1202–1209.

山口 信次郎 (計画・山口) 計 27 件 (査読有 27 件, 査読無 0 件)

Abe, S., Sado, A., Tanaka, K., Kisugi, T., Asami, K., Ota, S., Kim, H.I., Yoneyama, K., Xie, X., Ohnishi, T., Seto, Y., \*Yamaguchi, S., \*Akiyama, K., Yoneyama, K., \*Nomura, T. (2014) Carlactone is converted to carlactonoic acid by MAX1 in Arabidopsis and its methyl ester can directly interact with AtD14 in vitro. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **111**, 18084–18089.

Seto, Y., Sado, A., Asami, K., Hanada, A., Umehara, M., \*Akiyama, K., \*Yamaguchi, S. (2014) Carlactone is an endogenous biosynthetic precursor for strigolactones. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **111**, 1640–1645.

Seto, Y., \* Yamaguchi, S. (2014) Strigolactone biosynthesis and perception. *Curr. Opin. Plant Biol.* **21**, 1–6.

金岡 雅浩 (公募研究) 計 8 件 (査読有 8 件, 査読無 0 件)

Kanaoka, M.M., \*Higashiyama, T. (2015) Peptide signaling in pollen tube guidance. *Curr. Opin. Plant Biol.* **28**, 127–136.

川崎 努 (公募研究) 計 9 件 (査読有 1 件, 査読無 8 件)

Yamada, K., Yamaguchi, K., Shirakawa, T., Nakagami, H., Mine, A., Ishikawa, K., Fujiwara, M., Narusaka, M., Narusaka, Y., Ichimura, K., Kobayashi, Y., Matsui, H., Nomura, Y., Nomoto, M., Tada, Y., Fukao, Y., Fukamizo, T., Tsuda, K., Shirasu, K., Shibuya, N., \*Kawasaki, T. (2016) The Arabidopsis CERK1-associated kinase PBL27 connects chitin perception to MAPK activation. *EMBO J.* **35**, 2468–2483.

林 謙一郎 (公募研究) 計 9 件 (査読有 7 件, 査読無 2 件)

\*Hayashi, K., Nakamura, S., Fukunaga, S., Nishimura, T., Jenness, M.K., Murphy, A.S., Motose, H., Nozaki, H., Furutani, M., Aoyama, T. (2014) Auxin transport sites are visualized in planta using fluorescent auxin analogs. *Proc Natl Acad Sci USA*. **111**: 111557-111562

吉田 聡子 (公募研究) 計 11 件 (査読有 11 件, 査読無 0 件)

Spallek, T., Melnyk, C. W., Wakatake, T., Zhang, J., Sakamoto, Y., Kiba, T., Yoshida, S., Matsunaga, S., Sakakibara, H., Shirasu, K. (2017) Inter-species hormonal control of host root morphology by parasitic plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **114**, 5283–5288.

打田 直行 (公募研究) 計 10 件 (査読有 10 件, 査読無 0 件)

Tameshige, T., Okamoto, S., Lee, J.S., Aida, M., Tasaka, M., Torii, K.U., \*Uchida, N. (2016) A secreted peptide and its receptors shape the auxin response pattern and leaf margin morphogenesis. *Curr. Biol.*, **26**, 2478–2485.

澁谷 直人 (公募研究) 計 17 件 (査読有 17 件, 査読無 0 件)

Hayafune, M., Berisio, R., Marchetti, R., Silipo, A., Kayama, M., Desaki, Y., Arima, S., Squeglia, F., Ruggiero, A., Tokuyasu, K., Molinaro, A., Kaku, H., \*Shibuya, N. (2014) Chitin-induced activation of immune signaling by the rice receptor CEBiP relies on a unique sandwich-type dimerization. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **111**, E404–413.

寿崎 拓哉 (公募研究) 計 6 件 (査読有 6 件, 査読無 0 件)

Suzuki, T.\*, Ito, M., Yoro, E., Sato, S., Hirakawa, H., Takeda, N., Kawaguchi, M. (2014) Endoreduplication-mediated initiation of symbiotic organ development in Lotus japonicus. *Development* **141**, 2441–2445.

富永 るみ (公募研究) 計 14 件 (査読有 14 件, 査読無 0 件)

Wada, T., Kunihiro, A., \*Tominaga-Wada, R. (2014) Arabidopsis CAPRICE (MYB) and GLABRA3 (bHLH) Control Tomato (*Solanum lycopersicum*) Anthocyanin Biosynthesis. *PLoS One* **9**, e109093.

刑部 祐里子 (公募研究) 計 11 件 (査読有 11 件, 査読無 0 件)

\*Osakabe, Y., Watanabe, T., Sugano, SS., Ueta, R., Ishihara, R., Shinozaki, K., \*Osakabe, K. (2016) Optimization of CRISPR/Cas9 genome editing to modify abiotic stress responses in plants. *Sci. Rep.* **6**, 26685.

賀来 華江 (公募研究) 計 11 件 (査読有 6 件, 査読無 5 件)

Suzuki, M., Shibuya, M., Shimada, H., Motoyama, N., Nakashima, M., Takahashi, S., Suto, K., Yoshida, I., Matsui, S., Tsujimoto, N., Ohnishi, M., Ishibashi, Y., Fujimoto, Z., Desaki, Y., Kaku, H., Kito, K., \*Shibuya, N. (2016) Autophosphorylation of specific threonine and tyrosine residues in Arabidopsis CERK1 is essential for the activation of chitin-induced immune signaling. *Plant Cell Physiol.* **57**, 2312–2322.

近藤 侑貴 (公募研究) 計 9 件 (査読有 7 件, 査読無 2 件)

\*Kondo, Y., Nurani, A.M., Saito, C., Ichihashi, Y., Saito, M., Yamazaki, K., Mitsuda, N., Ohme-Takagi, M., Fukuda, H\*. (2016) Vascular cell induction culture system using Arabidopsis leaves (VISUAL) reveals the sequential differentiation of sieve element-like cells. *Plant Cell* **28**, 1250–1262.

中神 弘史 (公募研究) 計 13 件 (査読有 13 件, 査読無 0 件)

\*Yamada, K., Saijo Y., Nakagami, H., \*Takano, Y. (2016) Regulation of sugar transporter activity for antibacterial defense in Arabidopsis. *Science* **354**, 1427–1430.

伊藤 寿朗 (公募研究) 計 4 件 (査読有 4 件, 査読無 0 件)

Gan, E-S., Xu Y., \*Ito, T. (2015) Dynamics of H3K27me3 methylation and demethylation in plant development. *Plant Sig. & Behav* **10** e1027851

## [学会発表]

学会発表は、領域代表者 西谷和彦の発表 (60 件) の内、西谷和彦が責任発表者となった発表 (51 件) のみを抜粋して記す。

篠原直貴, 砂川直輝, 田村理, 横山隆亮, 上田実, 五十嵐圭日子, 西谷和彦: XTH の新規機能に基づく新しい植物細胞壁像 第 58 回日本植物生理学会年会 鹿児島大学 2017 年 3 月 16~18 日

九鬼寛明, 桧垣匠, 横山隆亮, 馳澤盛一郎, 西谷和彦: プロトプラスト細胞壁再生系:細胞壁構築プロセスの可視化・定量化のためのツール 第 58 回日本植物生理学会年会 鹿児島大学 2017 年 3 月 16~18 日

鳴川秀樹, 加賀悠樹, 柴田航希, 倉田哲也, 大林武, 黒羽剛, 横山隆亮, 西谷和彦: 茎寄生植物アメリカネナシカズラにおける核内倍加を介した吸器形成制御メカニズムの解析 第 58 回日本植物生理学会年会 鹿児島大学 2017 年 3 月 16~18 日

小椋勇, 横山隆亮, 黒羽剛, 西谷和彦: シロイヌナズナの気孔開閉における細胞壁機能の解明 東北植物学会第 6 回大会 東北大学 2016 年 12 月 10~11 日

鳴川秀樹, 加賀悠樹, 柴田航希, 倉田哲也, 大林武, 黒羽剛, 横山隆亮, 西谷和彦: 茎寄生植物アメリカネナシカズラの吸器形成における局所的な核内倍加の役割 東北植物学会第 6 回大会 東北大学 2016 年 12 月 10~11 日

加賀悠樹, 柴田航希, 倉田哲也, 大林武, 横山隆亮, 西谷和彦: 茎寄生植物アメリカネナシカズラ *Cuscuta campestris* の吸器発生における維管束形成メカニズムの解析 東北植物学会第6回大会 東北大学 2016年12月10~11日

加藤萌木, 横山隆亮, 黒羽剛, 阿部光知, 西谷和彦: 茎寄生植物アメリカネナシカズラの花成制御の分子メカニズムの解明 東北植物学会第6回大会 東北大学 2016年12月10~11日

九鬼寛明, 桧垣匠, 横山隆亮, 馳澤盛一郎, 西谷和彦: 細胞壁再生イメージング解析法: 細胞壁動態解明への新しいアプローチ 東北植物学会第6回大会 東北大学 2016年12月10~11日

西谷和彦: 新しい植物細胞壁像 植物科学シンポジウム 「植物科学とイノベーション」東京大学弥生講堂 2016年12月7日

Nishitani, K.: Rethinking the Mechanisms of Cell Wall Remodeling International Symposium on “Front Lines of Plant Cell Wall Research and Beyond” KKR 熱海 2016年10月4~5日

西谷和彦: 植物細胞壁の力学的ホットスポット 日本植物学会第80回大会, 沖縄コンベンションセンター(沖縄) 2016年9月16~19日

鳴川秀樹, 加賀悠樹, 柴田航希, 倉田哲也, 大林武, 横山隆亮, 西谷和彦: 茎寄生植物アメリカネナシカズラ吸器発生過程における核内倍加の役割 日本植物学会第80回大会, 沖縄コンベンションセンター(沖縄) 2016年9月16~19日

加賀悠樹, 柴田航希, 倉田哲也, 大林武, 横山隆亮, 西谷和彦: 茎寄生植物アメリカネナシカズラ吸器形成における維管束分化メカニズムの解明 日本植物学会第80回大会, 沖縄コンベンションセンター(沖縄) 2016年9月16~19日

Shinohara N., Sunagawa N., Igarashi K., Tamura S., Yokoyama R., Ueda M., Nishitani K.: XTH-mediated covalent-linking between cellulose and cellulose XIVth Cell Wall Meeting, Chania 2016年6月12~17日

Yokoyama R., Nishitani K.: A bioinformatics approach to the identification, classification, and characterization of cell-wall-related gene families yields evolutionary insights into plant cell walls. XIVth Cell Wall Meeting, Chania 2016年6月12~17日

九鬼寛明, 桧垣匠, 横山隆亮, 馳澤盛一郎, 西谷和彦: シロイヌナズナ葉肉細胞プロトプラストの細胞壁再構築のイメージング解析 第57回日本植物生理学会年会, 岩手大学 2016年3月18~20日

篠原直貴, 砂川直輝, 田村理, 横山隆亮, 五十嵐圭日子, 上田実, 西谷和彦: シロイヌナズナのキシログルカン転移酵素・加水分解酵素ファミリータンパク質によるセルロース性多糖への糖転移反応 第57回日本植物生理学会年会, 岩手大学 2016年3月18~20日

倉田哲也, 佐野亮輔, 出村拓, 西谷和彦: シロイヌナズナの葉器官成長における細胞間移行転写因子ZN1の機能解析 第57回日本植物生理学会年会, 岩手大学 2016年3月18~20日

青木考, 穂積亮敬, 清水皇稀, 横山隆亮, 西谷和彦: 茎寄生植物ネナシカズラの宿主接続に関わる遺伝子群の探索 第57回日本植物生理学会年会, 岩手大学 2016年3月18~20日

九鬼寛明, 桧垣匠, 横山隆亮, 馳澤盛一郎, 西谷和彦: プロトプラスト細胞壁再生系とイメージング解析を用いたセルロースネットワーク構築機構の解析 東北植物学会第5回大会, 福島大学 2015年12月19~20日

Kuki H., Shinohara N., Yokoyama R., Higaki T., Hasezawa S., Sunagawa N., Igarashi K., Tamura S., Ueda M., Nishitani K. : Actions of XTH family of enzymes in construction and remodeling of the plant cell wall. 8th Plant Biomechanics International Conference 名古屋大学 2015年11月30~12月4日

西谷和彦 : 植物細胞壁再編酵素XTH の進化と機能 日本応用糖質科学会平成27年度大会 特別シンポジウム 奈良春日野国際フォーラム 2015年9月17日

竹内美和, 九鬼寛明, 黒羽剛, 横山隆亮, 西谷和彦 : 細胞壁構築における $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3), (1 $\rightarrow$ 4)-グルカンの機能解明 日本植物学会第79回大会, 朱鷺メッセ(新潟) 2015年9月6~8日

小浜大山, 篠原直貴, 横山隆亮, 西谷和彦 : 膜交通過程におけるシロイヌナズナのペクチンメチルエステラーゼPME35の機能制御について 日本植物学会第79回大会, 朱鷺メッセ(新潟) 2015年9月6~8日

柴田航希, 加賀悠樹, 堀江佐知子, 倉田哲也, 牧雅之, 横山隆亮, 西谷和彦 : アメリカネナシカズラの寄生メカニズムの解明 日本植物学会第79回大会, 朱鷺メッセ(新潟) 2015年9月6~8日

鳴川秀樹, 横山隆亮, 小牧伸一郎, 杉本慶子, 西谷和彦 : シロイヌナズナ 4 倍体を用いた細胞サイズ決定メカニズムの解析 日本植物学会第79回大会, 朱鷺メッセ(新潟) 2015年9月6~8日

竹内春樹, 小原崇司, 佐藤淳也, 鎌田志保美, 中村敦子, 横山隆亮, 西谷和彦, 南栄一, 佐藤忍, 岩井宏暁 : 弱光条件下におけるペクチンメチル基転移酵素PMT16の機能解析 日本植物学会第79回大会, 朱鷺メッセ(新潟) 2015年9月6~8日

Yokoyama R, Nishitani K. : Temporal and spatial regulation of cell wall regeneration on arabidopsis mesophyll protoplasts. The 26th International Conference on Arabidopsis Research Paris, France, 2015年7月5日~9日

西谷和彦 : 植物細胞壁の構造と機能 日本農芸化学会2015年度大会 岡山大学 2015年3月26~29日

Kuki H, Yokoyama R, Higaki T, Hasezawa S, Nishitani K. : Rethinking of construction and remodeling of the CM/XyG network in the primary cell wall “Front Lines of Plant Cell Wall Research” 奈良・東大寺 総合文化センター 2015年3月20~21日

横山隆亮, 九鬼寛明, 桧垣匠, 竹内美和, 馳澤盛一郎, 西谷和彦 : 植物プロトプラストの細胞壁再生の時間的・空間的制御機構 第56回日本植物生理学会年会, 東京農業大学 2015年3月16~18日

小原崇司, 佐藤淳也, 長谷川和也, 中村敦子, 横山隆亮, 西谷和彦, 南栄一, 佐藤忍, 岩井宏暁 : ペクチン分解酵素過剰発現イネの環境ストレス応答解析 第56回日本植物生理学会年会, 東京農業大学 2015年3月16~18日

藤田康平, 篠原直貴, 横山隆亮, 西谷和彦 : エンド型キシログルカン転移素/加水分解酵素ファミリーの系統的基部にある PpXTH32 の酵素機能解析 東北植物学会第4回大会, 山形大学 2014年12月13~14日

九鬼寛明, 桧垣匠, 小浜大山, 横山隆亮, 篠原直貴, 馳澤盛一郎, 西谷和彦 : 葉肉細胞プロトプラストの細胞壁再生系の開発とイメージング解析を利用した細胞壁構築過程の解析 日本植物学会第78回大会, 明治大学 2014年9月12~14日

鳴川秀樹, 篠原直貴, 小牧伸一郎, 横山隆亮, 杉本慶子, 西谷和彦 : シロイヌナズナ 4 倍体を用いた細胞サイズ決定メカニズムの解析 日本植物学会第78回大会, 明治大学 2014年9月12~14日

Yokoyama R, Nishitani K.: Role of (1,3;1,4)- $\beta$ -D-glucan in rice growth and development. Palm Cove, Australia, The 5th International Conference on Plant Cell Wall Biology 2014年7月27~31日

Asaoka R, Hongo S, Yokoyama R, Nishitani K.: Processing and membrane trafficking of a cell-wall enzyme, AtPME35 第55回日本植物生理学会年会, 富山大学 2014年3月18~20日

Kohama D, Kuki H, Asaoka R, Shinohara N, Yokoyama R, Nishitani K.: Analysis of cell wall regeneration process of Arabidopsis mesophyll protoplasts 第55回日本植物生理学会年会, 富山大学 2014年3月18~20日

Kaneko M, Kido N, Yokoyama R, Yamamoto T, Furukawa J, Iwai H, Satoh S, Nishitani K.: The matrix polysaccharide (1;3, 1;4)- $\beta$ -D-glucan is involved in silicon-dependent strengthening of rice cell wall 第55回日本植物生理学会年会, 富山大学 2014年3月18~20日

浅岡凜, 本郷祥子, 横山隆亮, 西谷和彦: PME35の細胞内動態解析 — 活性化機構の解明を目指して 東北植物学会第3回大会, 秋田カレッジプラザ 2013年12月14日~15日

鳴川秀樹, 篠原直貴, 浅岡凜, 横山隆亮, 西谷和彦: 植物器官の伸長成長から支持組織形成への切り替えを担う分子機構の解明 東北植物学会第3回大会, 秋田カレッジプラザ 2013年12月14日~15日

九鬼寛明, 横山隆亮, 浅岡凜, 篠原直貴, 西谷和彦: プロトプラストからの細胞壁再生系を用いたレクチンの機能解明 東北植物学会第3回大会, 秋田カレッジプラザ 2013年12月14日~15日

横山隆亮, 西谷和彦: バイオマス利用のためのイネの細胞壁研究 第65回日本生物工学会大会, 広島国際会議場 2013年9月18~20日

鳴川秀樹, 篠原直貴, 浅岡凜, 横山隆亮, 西谷和彦: 植物における伸長成長から支持機能強化への切り替えを統御する因子の探索 日本植物学会第77回大会, 北海道大学 2013年9月13~15日

Hongo S., Yokoyama R., Sato K., Kunieda T., Shimada T., Kondo M., Nishimura M., Hara-Nishimura I., Negi J., Moriwaki K., Konishi M., Nakano T., Kusumi K., Hashimoto-Sugimoto M., Schroeder J.I., Yanagisawa S., Iba K., Nishitani K.: Versatile roles of PME and pectin in plant development. Nantes 2013 XIII Cell Wall Meeting 2013年7月7~12日

Yokoyama R, Kido N, Horie S, Nishitani K.: Role of cell wall matrix polysaccharides in rice growth and development. Nantes 2013 XIII Cell Wall Meeting 2013年7月7~12日

Kunieda T., Shimada T., Kondo M., Nishimura M., Nishitani K., Hara-Nishimura I. Spatiotemporal secretion of PEROXIDASE36 responsible for seed coat mucilage extrusion in *Arabidopsis thaliana*. Nantes 2013 XIII Cell Wall Meeting 2013年7月7~12日

國枝正, 嶋田知生, 横山隆亮, 西村いくこ, 西谷和彦: シロイヌナズナ種皮ムシレージの放出を制御する種皮細胞壁分解機構の解析 第54回日本植物生理学会年会, 岡山大学 2013年3月21~23日

木戸奈都美, 横山隆亮, 西谷和彦: イネ細胞壁の(1, 3;1, 4)- $\beta$ -D-グルカンの機能解析 東北植物学会第2回大会, 弘前大学 2012年12月15日~16日

横山隆亮, 西谷和彦: 植物細胞壁の構造と機能の多様性 日本植物学会第76回大会, 兵庫県立大学 2012年9月15~17日

Yokoyama R, Hongo S, Nishitani K.: Functional analyses of pectin related genes involved in physical properties of supportive tissue in Arabidopsis stem. Vienna The 23rd International Conference on Arabidopsis Research 2012年7月3～7日

## [図書]

64 件の書籍または章の分担執筆を行い、31 冊の書籍の出版に参画した。その内代表的なもののみを記す。

テイツ・ザイガー植物生理学・発生学 第6版 西谷和彦・島崎研一郎 (監訳) 講談社 (2017) 西谷和彦 (監修・翻訳), 上田貴志, 金岡雅浩, 山口信次郎, 朽津和幸 (翻訳)

植物細胞壁実験法 石井忠 他編 弘前大学出版会(2016) 石水毅(編集・執筆), 西谷和彦, 富永るみ, 小田祥久, 大谷美沙都, 渋谷直人, 福島和彦, 三輪京子, 賀来華江, 上田貴志 (執筆)

新しい植物ホルモンの科学 第3版 浅見忠男, 柿本辰男 (編著) 講談社 (2016) 山口信次郎, 朽津和幸 (執筆)

Biochemistry & Molecular Biology of Plants. Wiley Blackwell (2015) 山口信次郎 (執筆)

Plant Cell Wall Patterning and Cell Shape. Wiley Blackwell (2014) 小田祥久, 西谷和彦 (執筆)

Atlas of Plant Cell Structure. ed. by Noguchi T. et al. Springer (2014) 金岡雅浩, 松永幸大, 西谷和彦 (執筆)

植物細胞壁 西谷和彦・梅澤俊明 (編著) 講談社 (2013) 上田貴志, 西谷和彦, 佐藤忍, 出村拓, 富永るみ, 橋本隆, 馳澤盛一郎, 小竹敬久, 円谷陽一 (執筆)

# 研究成果

## 研究領域全体の設定目的の達成度

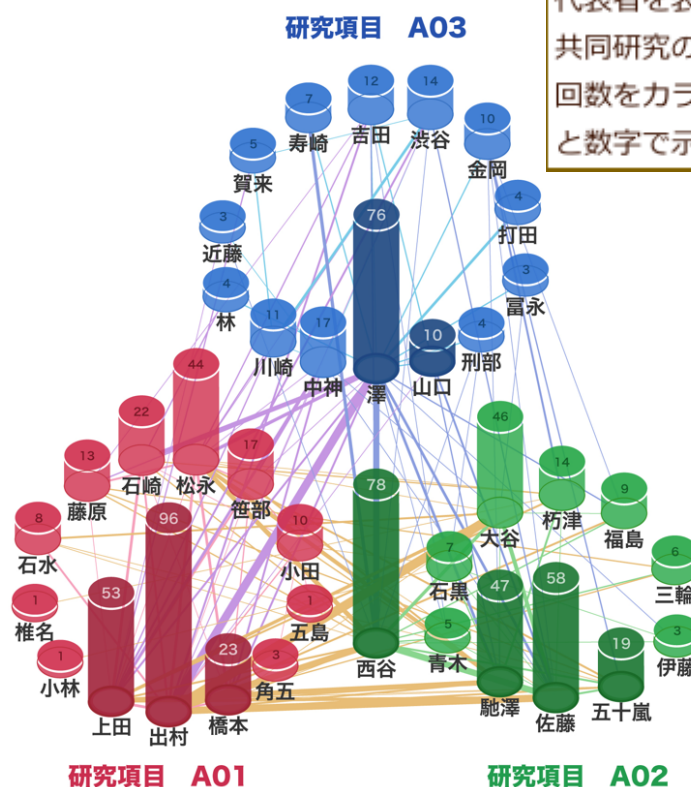
「植物細胞壁の情報処理」という全く新しい概念の構築と、それを基盤とした「新学術領域」を創成するために、前半2年では、研究コミュニティ形成に力を入れ、領域代表が計画・公募の全班員へサイトビジットを行い、全班員が本領域の研究目標を共有し、それに向かって研究を推進する研究体制を構築した。ついで、後半3年では、前半で構築した研究コミュニティを最大限に活用し、班員間の共同研究を基にした異分野の概念の融合を推進し、それにより、これまでの植物科学の研究には無かったアプローチで細胞壁の構造と機能に関する多次元の解析を進めることができた。その結果、領域内共同研究件数は H26 年の中間評価時には 160 件であったものが、H29 年 3 月末では 331 件と倍増し、その成果は 38 本の論文として結実した。

中間評価においては、本領域が計画に掲げた「情報処理システムとしての細胞壁」の概念が、これまでの植物科学にはない新しい概念であるため、イメージが掴みにくく、雲のような漠然とした目標のように見えるとの指摘を頂いた。そこで、後半の研究では、この点に特に留意して、すでにサイトビジットにより構築していた研究体制を基盤として、領域代表が陣頭指揮を執り、総括班の研究支援体制を更に強化し、領域の全班員が一丸となり一つの目標に向かって研究を推進するよう指導力を発揮した。この研究推進体制の強化が功を奏して、班員全体の個々の研究が、細胞壁の情報処理システムの実体の解明という一つの方向に収斂したと考えている。その結果、領域全体として「超高次構造からなる植物細胞壁そのものが、植物の多次元の高次機能の統御に関わる情報そのものとして働く」ことを実証する成果が多数得られた。これらの成果は、585 本の論文として国際誌に発表すると同時に、103 本の総説、31 冊の書籍として内外で出版した。更に、18 回の領域主催シンポジウム、30 回の共催の研究集会、114 回のアウトリーチ活動、HP や Web サイトを通して、内外に発信した。

これらの成果並びにその発信活動は、いずれも所期の数値目標を遙かに上回り、特に、成果の新規性や独自性においては、当初の期待を大きく上回ると判断できる。この点で、新興・融合の学問領域の創成という所期の目標は、予想以上の成果を伴って達成されたと判断している。

以下、研究項目別に成果を記す。

領域内の共同研究のネットワーク



各カラムは研究代表者を表し、共同研究の実施回数をカラム長と数字で示す。



## <研究項目 A01>

### 情報処理の場としての植物細胞壁を細胞内部より構築する仕組みの解明

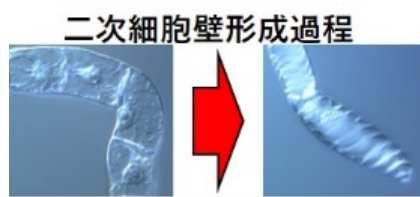
本研究項目の設定目標は、①コケ植物から被子植物までの植物細胞壁構築システムの進化、②細胞壁構築に関わる膜交通、③細胞壁形成の基盤となる表層微小管の制御の三つの視点から細胞壁の構築と再編に関わる分子過程を解剖することである。



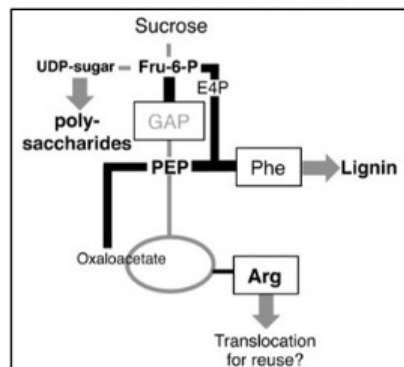
先ず出村は細胞壁形成転写ネットワークの進化の解明を目指し、コケ植物であるヒメツリガネゴケの VND7 遺伝子ホモログ (VNS 遺伝子群) の機能解析を行い、通水細胞ハイドロイドと支持細胞ステライドの細胞分化が VNS 遺伝子群によって制御されていることを示した (Xu et al., 2014 Science)。更に、大谷と共同で、道管分化のマスター転写因子である VND7 の下流で展開する二次細胞壁形成についてのオミクス解析により、二次細胞壁形成時に一次代謝経路の活性化が起こることを明らかにした (Ohtani et al., 2016 Plant Physiol ; Li et al., 2016 Plant Physiol.)。

細胞壁の構築と機能発現における膜交通の役割については、上田が、セルロース合成酵素複合体 (CSC) がダイナミン依存的にエンドサイトーシスされる様子を可視化した。更に、二種のフォスファチジルイノシトールキナーゼ (PI3K および PI4K) が CSC の輸送の異なる過程に関与すること (Fujimoto et al., 2015 PCP), RAB11 が植物の病原応答に関わるフラジェリン受容体 FLS2 の輸送を制御すること (Choi et al., 2013 Plant Cell ; Mbengue et al., 2016 PNAS) を明らかにした。

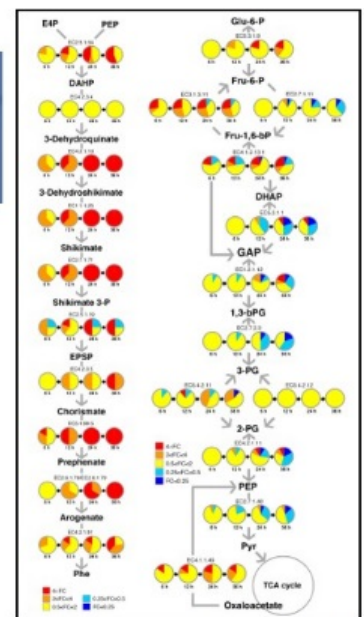
細胞壁構築を細胞膜の内側より制御する表層微小管の構築と再編の制御機構の解析については、橋本が脱リン酸化ドメインとリン酸化ドメインを併せもつ PHS1 蛋白質を解析し、PHS1 が  $\alpha$  チューブリンの Thr349 をリン酸化し、リン酸化されたチューブリンは微小管ポリマーに重合できないことを明らかにし、環境ストレスによる制御を受けることを解明した (Wong et al., 2017 BMC Plant Biol.)。これらの成果より、本研究項目 A01 の所期の設定目的は達成されたと考えている。



#### 一次代謝の活性化



#### メタボローム解析



#### トランスクリプトーム解析

### 出村 拓 (計画研究)

道管分化のマスター転写因子 VND7 の下流二次細胞壁形成のオミクス解析より、二次細胞壁形成時の一次代謝経路の活性化を解明した (大谷との共同研究 ; Plant Physiol. 2016)。

細胞壁再生過程のトランスクリプトーム解析などから、KOR2 が一次細胞壁形成に関与することを示した。

ヒメツリガネゴケの VNS 遺伝子群が、通水細胞と支持細胞の分化を制御していることを示した (Science 2014 ; 日経産業新聞他の各紙掲載)。

#### 上田 貴志 (計画研究)

セルロース合成酵素複合体(CSC)のダイナミン依存的エンドサイトーシスの可視化に成功し、CSC 輸送におけるフォスファチジルイノシトールキナーゼの関与を実証 (PCP 2015, New Phytol. 2017)。

植物で多様化した小胞輸送スイッチである RAB11 が、病原応答性に関わるフラジェリン受容体 FLS2 のエンドサイトーシスを制御することを見出した (Plant Cell 2013, PNAS 2016)。細胞壁機能に必須の植物固有の液胞経路を見出した (Curr Biol. 2014 ; 日経産業新聞掲載)。

#### 橋本 隆 (計画研究)

表層微小管を不安定化する MAP キナーゼ・フォスファターゼである PHS1 (PCP 2017) が、 $\alpha$  チューブリンの Thr349 をリン酸化し微小管の重合を抑制することを解明した。

細胞内では PHS1 のフォスファターゼ・ドメインはキナーゼ・ドメインの活性を抑制しているが、環境ストレス (特に高浸透圧) によりこの抑制が解除され、キナーゼが活性化されることを見出した (Curr. Biol. 2013 ; 馳澤・中神との共同研究)。

#### 石崎 公庸 (公募研究)

離生細胞間隙形成を制御する E3 ユビキチンリガーゼ NOP1 を同定し、NOP1 が細胞壁構築の制御に関わるセルロース合成制御因子 CSI と相互作用することを実証した (Plant Cell 2013)。

#### 小田 祥久 (公募研究)

木部道管細胞壁の壁孔形成過程での微小管に従った二次細胞壁の沈着に新規の膜輸送制御経路 VETH-COG-Exocyst が必要なことを示した (PCP 2015, New Phytol. 2017)。

#### 笹部 美知子 (公募研究)

細胞壁形成の初期過程である細胞板形成に必須の NACK1 キネシンを活性化する MAPK カスケード標的因子を同定し、NACK1 がモーター蛋白質機能をもつことを示した (JPR 2015)。

#### 藤原 徹 (公募研究)

Ca 欠乏に応じた成長制御におけるカロース合成の重要性 (SSPN 2015)、カスパリー線合成に重要な因子、Ca 輸送と根の成長におけるスベリン蓄積の重要性 (Curr. Biol. 2017) などを解明した。

#### 松永 幸大 (公募研究)

細胞壁構築の初発ステップであるフラグモプラスト形成で機能するオーロラキナーゼ AUR のリン酸化ネットワークによる細胞壁合成制御メカニズムの一端を明らかにした (JPR 2016)。

#### 角五 彰 (公募研究)

高分子化学の手法により微小管の伸展装置を開発して、疑似細胞壁系での微小管の力学応答性評価を行い、微小管自身が力学刺激の方向を感知する機能をもつことを示した。(Biomacromol. 2014)。

### 石水 毅(公募研究)

キシラン多糖の合成機能をもつゴルジ体局在性の膜蛋白質複合体を単離した (BBRC 2017)。ラムノガラクトツロナン I 主鎖の合成に関わる遺伝子群を見出した (投稿準備中; 西谷との共同研究)。

### 五島 剛太(公募研究)

ヒメツリガネゴケの茎葉体の細胞版形成過程のライブ観察により分裂期直前に細胞質中に微小管形成中心 (MTOC) が一時的に現れ、細胞板の位置を規定することを示した (論文投稿・改訂中)。

### 小林 優 (公募研究)

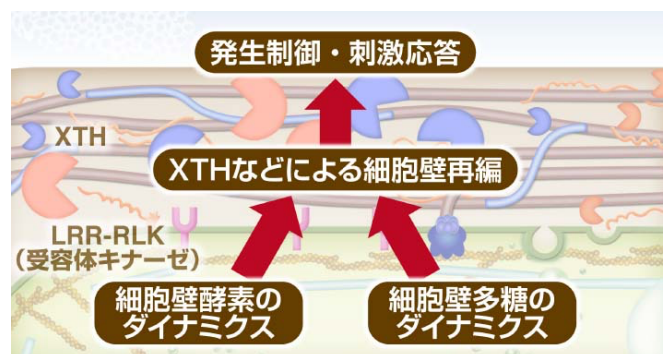
ラムノガラクトツロナン II の特異的構成糖である KDO の生合成経路に着目し、実体が不明であった 2 つの酵素についてシロイヌナズナの遺伝子を同定した (Biosci. Biotech. Biochem. 2017)。

椎名 隆 (公募研究) レトログレードシグナル (RGS) が、EXP 遺伝子と XTH 遺伝子の発現をそれぞれ制御していることなど、オルガネラと細胞壁コミュニケーションの新しい姿を示した。

## <研究項目 A02>

### 植物細胞壁が情報処理機能を発揮する分子メカニズムの解明

本研究項目の設定目標は、①細胞骨格や細胞壁成分の動きを可視化する技術や、細胞壁酵素の生化学的な反応解析により、細胞壁空間の動態と機能に関わる因子の同定を進めると共に、②細胞内外からの様々な刺激が入力信号となり細胞壁空間内で細胞壁の高次構造の変化を介して発生過程などの制御に関わる出力信号に変換されていく過程の実体を解明することである。



細胞壁モデルについては、キシログルカンがセルロース微繊維を架橋して、ネットワーク状に繋ぎ留められているとする“繋ぎ留めネットワークモデル”が長く信じられてきた。1992年に西谷がエンド型キシログルカン転移酵素/加水分解酵素 (XTH) ファミリーの酵素群を発見した後は、XTHによるキシログルカン架橋の繋ぎ換えが細胞壁再編の唯一の分子過程であると広く信じられてきた。本領域の研究で、西谷は五十嵐と共同で XTH ファミリー中に、セルロース分子を繋ぎ換える新規の酵素活性を持つ酵素 (エンド型セルロース転移酵素, CET) の存在を実証し、“繋ぎ留めネットワークモデル”に代わる新モデルを提唱した (Shinohara et al., 2017 Sci. Rep.). CETは細胞壁の高次構造の再編と同時に力学特性を直接変化させ

る酵素であることから、細胞壁に関わる応力という入力信号を変形という出力に変える情報処理過程を触媒する因子を同定したことになる、A02の主要目的を達成したことになる。

外からのシグナル（入力信号）に応答した細胞壁の高次構造の解析については、五十嵐は高速原子間力顕微鏡で植物細胞壁成分の自己組織化や分解過程の動的に可視化する技術を開発し（Igarashi et al., 2014 Nat. Commun. ; Nakamura et al., 2014 J. Am. Chem. Soc.），西谷は馳澤とセルロース微繊維を可視化してセルロースの細胞壁内での高次構造を定量化する手法を開発した。佐藤は細胞壁のペクチンのメチル化の制御を通じた高次構造の制御が花粉管のメカニカルガイダンス機能において情報となっていることを実証した。更に佐藤は西谷と共同で、シロイヌナズナの花茎が切断されたときの組織癒合に XTH による細胞壁再編がオーキシンの制御を受けながら進むことを実証した（Pitaksaringkarn et al., 2014 Plant J.）。植物-植物間の相互作用における細胞壁の高次構造は西谷と青木が協力して、アラビノガラクトタンが関与することを見いだした。これらの成果はいずれも、細胞壁の高次構造の変化が、発生や生物間相互作用などの際の情報に変換されていく実体の解明に繋がるもので、研究項目 A02 の目標は全て達成されたと言ってよい。

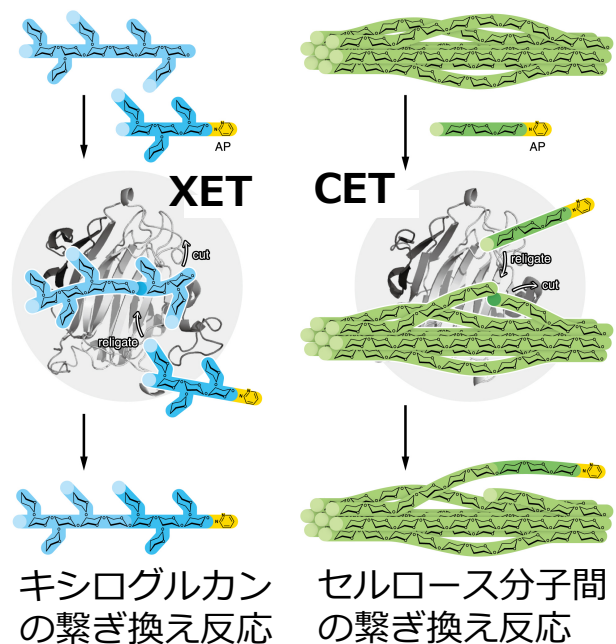
### 西谷 和彦（計画研究）

新生セルロースの定量的可視化法を確立した（馳澤との共同研究）。

茎寄生植物ネナシカズラを用いた細胞壁研究用のゲノム情報と発現情報データベースを整備した（吉田・青木・出村との共同研究）。

エンド型セルロース転移酵素 CET を発見し、新しい細胞壁モデルを提唱した（五十嵐との共同研究；Sci. Rep. 2017；日経新聞 2017）。

細胞壁内での珪素とグルカンの機能的相互作用を解明した（佐藤との共同研究；PCP 2015）。ペクチン脱メチルエステル化酵素 PME が細胞壁の力学特性を制御することを実証した（Plant Cell 2012, Curr. Biol. 2013）。



### 佐藤 忍（計画研究）

ペクチンのアラビノース側鎖が花粉細胞壁の形成発達に必須であることを示した（PCP 2015）。トマト果実軟化（PLoS ONE 2013, 2014）や器官脱離（JPR 2013, Front. Plant Sci. 2015）では局所的な組織領域毎に細胞壁再編が制御されていることを示した。

シロイヌナズナ切断花茎の組織癒合ではオーキシン下流で XTH20 等の細胞壁関連遺伝子が髄の細胞分裂に必須であることを示す（Plant Biotechnol. 2014, Plant J. 2014a；西谷との共同研究）。

地上部ジベレリンに応答する鉄輸送体や CLE6 ペプチドを同定し（PCP 2014, Plant J. 2014b；山口・澤との共同研究），細胞壁 AGP 糖鎖が細胞形態構築に必須であることを示した（Plant Physiol. 2013）。



### 馳澤 盛一郎(計画研究)

葉表皮細胞の細胞壁の湾曲形成を理解するための数理モデルを提唱した (PCP 2017)。  
細胞壁の湾曲形成を経時的に追跡する観察系を確立し, 細胞壁の高次構造を人為的に変えることにより湾曲を制御できること画像解析技術により定量的に実証した (PLOS Comput. Biol. 2016)。

微小管動態の定量的画像解析手法を確立し (Curr. Biol. 2013 ; 橋本との共同研究 ; Nature Commun. 2013b ; 笹部との共同研究), アクチン繊維が細胞分裂面の形成に必須であることを見出した (PCP 2013)。

膜輸送因子 PATROL1 が H<sup>+</sup>-ATPase 局在制御をとおして気孔開閉を制御することを実証した (Nature Commun. 2013a)。

### 五十嵐 圭日子(計画研究)

*Pichia* 酵母による多様な細胞壁分解酵素の大量発現を行った (Biotechnol. Biofuels 2016)。  
セルラーゼの酵素反応過程を中性子構造解析により水分子の動きとして解明した (Science Adv. 2015)。

性質の異なるセルラーゼの反応の連続性を解明した (J. Amer. Chem. Soc. 2014 ; Nature Commun. 2014)。

蛍光標識セルラーゼによる結晶性セルロースの AFM と蛍光顕微鏡による同時動的可視化 (J. Biol. Chem. 2014 ; Rev. Sci. Instr. 2013), 及び, キシログルカンとキシラン高速原子間力顕微鏡観察に成功した。

### 三輪 京子(公募研究)

ハウ素欠乏低感受性変異株の解析により, ペクチン多糖 RG-II の相対的ハウ酸架橋率が「細胞壁の情報」となり細胞伸長を決定する可能性を示した (西谷・出村・藤原との連携)。

### 福島 和彦(公募研究)

低温-飛行時間型二次イオン質量分析法分析により, 細胞壁中のモノリグノール配糖体などの各種水溶性成分の分布を顕微スケールで可視化した (Sci. Rep. 2016)。

### 朽津 和幸(公募研究)

Rboh/Nox ファミリーが細胞壁/細胞表層 Ca<sup>2+</sup>シグナルを ROS に変換し花粉管成長を制御することを明らかにした (Plant Cell 2014 ; 金岡との共同研究 ; 日刊工業新聞・日経バイオテク)。

### 大谷 美沙都(公募研究)

植物細胞の脱分化および器官再生にはペクチンの再構成が重要であることを明らかにした (Sci. Rep. 2016, Plant Cell 2013 ; 出村との共同研究 ; 上田・佐藤・西谷との連携)。

### 青木 考(公募研究)

ネナシカズラの RNAseq 解析に基づき寄生器官である吸器の探索糸細胞壁中のアラビノガラクトン蛋白質を同定した (Plant Methods 2015 ; 西谷との共同研究)。

### 石黒 澄衛(公募研究)

花粉細胞壁表層の樹脂からなるエキシンの文様を成形するのに、キシランやペクチンなどの多糖類が鋳型として働くことを見出した (Plant Physiol. 2017)。

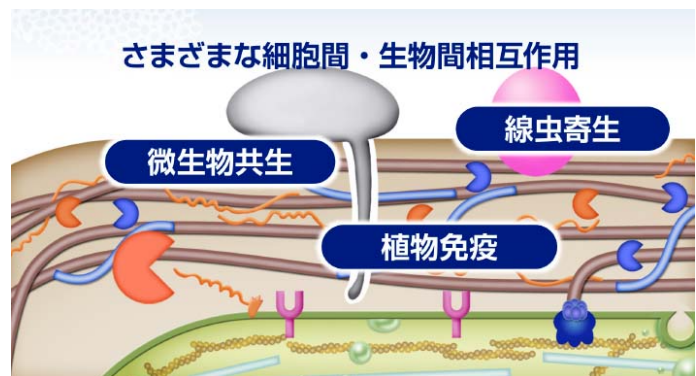
### 伊藤 寿朗 (公募研究)

細胞壁のゆるみ制御に関わるオーキシン関連遺伝子群を同定し、これらの遺伝子が花幹細胞の活性を制御している可能性を発見した (西谷との共同研究)。

## <研究項目 A03>

### 細胞間・生物間のインターフェイス機能の分子基盤の解明

細胞間または生物間相互作用におけるインターフェイス機能に焦点を当て、細胞壁の情報処理過程の実体を解明するのが本研究項目の目的である。澤は、植物感染性線虫が植物の特定組織へ誘引される現象を解析し、シロイヌナズナ種子に誘引活性が有り、その誘引活性は細胞壁成分である事を明らかにした。この研究により細胞壁高次構造そのものが植物-動物間の生物間認識機構における情報となることが初めて実証された。



金岡は雌しべの中での花粉管の伸長制御に於ける細胞壁の情報処理機能において LURE, CALL1 が花粉管誘導因子として働く過程を分子解剖し、花粉管伸長に RbohH・J が機能する事を示した (Kaya et al., 2014 Plant Cell)。近藤は細胞間相互作用により維管束細胞が分化する局面で、細胞壁空間で機能する TDIF が受容体に結合する様式を明らかにし (Morita et al., 2016 Nature Commun.), 人工的操作による維管束細胞の分化を可能にした (Kondo et al., 2016 Nature Commun.)。山口は、植物体内の細胞壁空間を通り、長距離の情報伝達に関わる植物ホルモンのストリゴラクトンに注目し、先ず、カーラクトンがストリゴラクトンの生合成中間体であり、MAX1 によりカーラクトン酸に変換される事を証明し (Seto et al., 2014 PNAS ; Abe et al., 2014 PNAS), ついで、カーラクトンのモノヒドキシ体が細胞壁空間を移動する際のシグナル形態であることを突き止め、細胞壁空間内の長距離情報伝達システムの実体をはじめめて解明した。寿崎は、サイトカイニンが茎頂から地下部へ細胞壁空間を経由して長距離移動し、核内倍化を伴う根粒形成を制御することも明らかにした (Sasaki et al., 2014 Nature Commun. ; Suzaki et al., 2014 Development)。寄生植物の宿主植物のトランスクリプトーム解析により宿主側では、吉田が、免疫応答に関わる遺伝子群の発現上昇が起こることを明らかにし、ジャスモン酸生合成が寄生植物抵抗性に寄与していることを示した (Mutuku et al., 2015 Plant Physiol.)。吉田はさらにトランスクリプトーム解析により寄生時のインターフェイスでシグナルとして機能する多数の細胞壁蛋白質を同定した。病害応答過程については、渋谷, 川崎, 賀来, 中神が連携して、細胞壁中に侵入した微生物が植物細胞壁の情報処理を経て生産される MAMP (微生物関連分子パターン) が細胞膜受容体を介して MAP キナーゼカスケードに転換される詳細な分子機構を明らかにした (Yamada et al., 2016 EMBO J. ; Ishikawa et

al., 2014 Nature Commun. ; Hayafune et al., 2014 PNAS ; Akamatsu et al., 2013 Cell Host Microbe.)。

以上の成果はいずれも、細胞間・生物間の相互作用のインターフェイスとしての細胞壁機能を解明したもので、本研究項目が目指した目標は十分に達成された。

### 澤 進一郎 (計画研究)

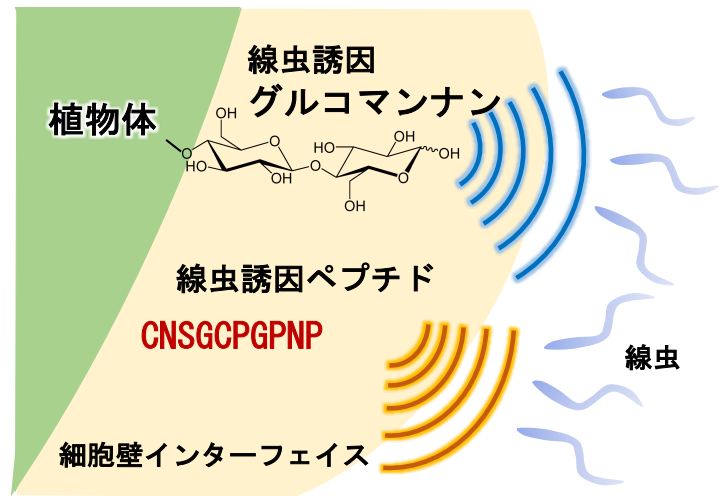
線虫エフェクターとして MSP7 を同定し、RNA-seq 等により下流因子を解明した(出村との共同研究)。

種子線虫誘引に必要な化合物として、細胞壁成分のグルコマンナンを同定した(佐藤班, 岩井・小竹との共同研究)。

根端線虫誘引物質の候補としてムシゲルに含まれる細胞壁成分の10アミノ酸ペプチドを同定した。

CLEシグナル因子の受容体BAM1・RPK2及び、下流因子のPUB4・CLEN3を同定した

(Development 2015 ; 出村との共同研究 ; New Phytol. 2015, EMBO Rep. 2014 ; 相田との共同研究, PNAS 2014, Plant J. 2013)。



### 山口 信次郎 (計画研究)

ストリゴラクトンの中間産物としてカーラクトンを同定した (PNAS 2014a)。

ストリゴラクトンの合成について研究を進め(Plant Physiol. 2017, PNAS 2016, Plant J. 2015, PNAS 2014b, c), 根で合成されたカーラクトンが地上部に輸送され, ストリゴラクトンに変換することを示唆し, ストリゴラクトンの細胞内での濃度をモニターするセンサーの開発に利用可能なストリゴラクトン結合タンパク質を単離した。

### 金岡 雅浩 (公募研究)

LURE よりも長距離にわたって花粉管が誘引される現象を発見し, その責任因子 CALL1 を同定した。LURE の花粉管誘引に必要なアミノ酸配列を同定した (Plant Cell 2014 ; 朽津との共同研究)。

### 打田 直行 (公募研究)

葉の鋸歯の形成に EPFL と ER ファミリー遺伝子が関わることを明らかにし, ペプチド研究に関する新規ツールも開発した (Nature Commun. 2017, Curr. Biol. 2016)。

### 富永 るみ (公募研究)

細胞壁酵素 CESA5 や XTH17 が GL2 転写因子の下流で機能することを明らかにした (西谷との共同研究)。CLE25 ペプチド処理により, カキの根の並層分裂が抑制されることを明らかにした。

### 澁谷 直人 (公募研究)

細胞壁でキチンオリゴ糖を CEBiP が認識する仕組みを明らかにするとともに (PNAS 2014), PBL27 が CERK1 下流で病害抵抗性に機能することを明らかにした (Plant J. 2014 ; 川崎との共同研究)。

#### 川崎 努 (公募研究)

細胞壁空間での病害抵抗性で, PBL27 が MAPK シグナル伝達系を活性化することを, 生化学的・遺伝学的に明らかにした (Plant J. 2014 ; 渋谷との共同研究 ; EMBO J 2016, PCP 2017)。

#### 林 謙一郎 (公募研究)

TIR1/AFB 経路を介さずにオーキシン応答を引き起こすオーキシンアナログが PIN の細胞内局在を標的とすることを明らかにした (澤・出村との共同研究)。

#### 寿崎 拓哉 (公募研究)

根粒菌を宿主細胞へと誘導する役割を担う VAG1 遺伝子を特定し, 核内倍加を制御することを示した (Development 2014)。また, 根粒数の制御におけるサイトカイニンの役割を示した (Nature Commun. 2014)。

#### 吉田 聡子 (公募研究)

寄生植物感染時のトランスクリプトーム解析により, 寄生植物抵抗性へのジャスモン酸合成の寄与 (Plant Physiol. 2015) と, 多数の細胞壁酵素群の顕著な発現誘導を明らかにした。

#### Derek Bartlem (公募研究)

ミヤコグサを用いて, 細胞壁空間を利用して感染する北根瘤線虫の感染効率が低下する変異体を解析し, 線虫のエフェクター蛋白質の網羅的探索を行った (澤との共同研究)。

#### 刑部 祐里子 (公募研究)

水分ストレス感知に関わる細胞外ドメインの構造が異なる複数の新規受容体型キナーゼ (RLK) 遺伝子を同定し, RLK 重複制遺伝子群の欠損変異株を作製し, 機能解析を進めた。

#### 賀来 華江 (公募研究)

病原菌感染時の細胞壁内カロース蓄積の制御系を解析し MAMP 受容体直下で機能する E3 ユビキチンリガーゼ PUB4 を同定し, その機能を解析した (Curr. Med. Chem. 2016 ; 渋谷との共同研究)。

#### 近藤 侑貴 (公募研究)

二次細胞壁肥厚を伴う木部分化を支配するリガンド TDIF と受容体 TDR の結合様式を明らかにした (Plant Cell 2016)。また, TDIF 操作で維管束細胞の異所的作出に成功した (Mol. Plant 2015)。

#### 中神 弘史 (公募研究)

オリゴガラクトuron酸以外に, シロイヌナズナやゼニゴケで ROS 生成を誘導する細胞壁多糖類が存在することを見出し, リン酸化プロテオーム解析でリン酸化制御を受ける因子の候補を見出した。



## 研究成果の社会への発信

論文発表・学会発表以外のメディアによる研究成果の発信を積極的に行ってきた。特に一般者に向けた Web site の構築・運営と「細胞壁のミクロの世界」の巡回展示は社会に向けて成果を発信する上で重要な役割を担った。一方、研究者に向けた発信では ATTEDII のデータベースは、5年間で300万回を超える利用があり、ここでも研究者コミュニティに貢献できたと判断している。

### <ホームページ>

URL: <https://www.plantcellwall.jp/>

上記の同一 URL より、一般者向けと、研究者向けの異なる二つのコンテンツを用意し、TOP から両ページを選択できるだけでなく、どのページからも、研究者用と一般用のそれぞれ対応するすべてのページ間で、ワンクリックで行き来できる設計とした。その結果、一般者用のページにも、研究者用に近いアクセスがあった。(右の表参照)

HP ページタイトル	閲覧回数	訪問者数
TOP	32,243	21677
研究者向け TOP	22,016	15,013
一般者向け TOP	20,380	13,592
研究者向け 研究成果	6,401	4,454
一般者向け 研究成果	4,760	2,312
(2013-2016)		

### <データベース>

URL: <http://atted.jp/>

本領域では総括班の活動として、西谷班の研究協力者である大林が ATTEDII を細胞壁関連遺伝子の発現関連の解析に最適化したデータベースを2014年度に公開し、内外の研究者の利用に供してきた。ATTED II の閲覧回数は新しいバージョンの公開以降、アクセス回数が急増した。(右の表参照)

年度	ATTED II 閲覧回数
2016	806,641
2015	828,750
2014	891,167
2013	677,031
2012	664,834

### <主催シンポジウム>

領域主催の国際シンポジウムを2013年に東京大学で、2016年にKKRホテル熱海で開催した。その他、領域主催の研究集会を16回(そのうち9回は若手支援を目指したもの)、共催の集会を30回開催した。主要な主催研究集会を下の表に纏める。

領域主催の主な研究集会 (*国際シンポジウム)	日程	会場	参加者数
第2回公開シンポジウム(キックオフミーティング)	2012. 10. 1	東京大学	150
第3回公開シンポジウム「植物細胞壁の情報処理システム」	2013. 3. 18	東北大学	60
UK-Japan joint meeting on Plant Cell Biology	2013. 7. 15-16	ケンブリッジ大学	20
International Symposium on Cell Wall Integrity*	2013. 10. 30	東京大学	122
Discussions on Cell Wall Integrity	2013. 10. 31	KKR 鎌倉若宮	10
International Symposium on Front Lines of Plant Cell Wall Research and Beyond *	2016. 10. 4-5	KKRホテル熱海	80
International Workshop on Current Topics of Plant Cell Wall Research	2016. 10. 6	奈良先端大	15

### <アウトリーチ>

合計114回のアウトリーチイベントを開催した。その中で、特に領域代表と総括班の広報担当の工藤により企画運営した「植物細胞壁のミクロの世界」は、東北大学植物園での開催に始まり、各地の大学植物園・博物館で、延べ16ヶ月に亘り開催した。

「植物細胞壁のミクロの世界」		
会場	期間	日数
東北大学植物園	2014年4月~6月	55
北海道大学 総合博物館	2014年6月~8月	68
東京大学小石川植物園	2014年9月~12月	96
名古屋大学博物館	2015年9月~10月	46
筑波実験植物園	2015年11月~16年1月	47
東京大学駒場博物館	2016年7月~8月	43
東京大学柏図書館	2017年4月~10月	202
<b>通算開設日数</b>		<b>557</b>