

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 9 日現在

機関番号：11301

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2012～2016

課題番号：24114001

研究課題名(和文)植物細胞壁の情報処理システム

研究課題名(英文)The plant cell wall as information processing system

研究代表者

西谷 和彦(Nishitani, Kazuhiko)

東北大学・生命科学研究科・教授

研究者番号：60164555

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 257,400,000円

研究成果の概要(和文)：植物固有の細胞装置である細胞壁には、外界からの情報を感知して、それを処理して、反応する仕組みがある。このしくみは、植物の生活環全般に関わる重要な機能であるが、分子メカニズムの全体像は未解明である。この仕組みの解明には、植物細胞壁に関する異分野の研究者間の共同研究が必須であるので、総括班を組織し、共同研究の推進体制を造ると同時に、研究支援センターを整備して、研究手法の融合を図り成果に繋げた。更に総括班は、成果の内外への発信と広報活動を担った。

研究成果の概要(英文)：Plant cell walls are capable of sensing signals from the outside and can process and respond to them. This information processing process is essential for plant life and is found ubiquitously during its life cycle, but the mechanism is unknown. The elucidation of the molecular mechanisms of this system is the goal of the overall program of this research. This project was specifically aimed at supporting researchers in this research program by stimulating exchange of ideas and methodology among themselves with different academic background, and thereby facilitating collaboration to pave the way to understanding the new function of plant cell wall as an information processing system. In this project, we intended to support young scientist such as graduate students and post-docs for their future careers in the new field of cell wall research. Another task of this project was outreach addressed to general public by developing a new model for public relations.

研究分野：植物生理学

キーワード：植物 細胞壁 情報処理 共同研究 研究支援 若手育成 総括班 アウトリーチ

1. 研究開始当初の背景

中枢神経系により一元的な個体統御を行う方向に進化した後生動物に対して、植物は、個体を構成する各細胞が、高い自律応答性を維持し、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。この統御系は、発生や生体防御など、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。興味深いことに、この自律応答性システムでは、細胞膜の外側およびその近傍、すなわち細胞壁領域で情報の処理と応答を完了する 경우가多い。このような自律的な情報統御を行うシステムを、本領域では「植物細胞壁の情報処理システム」と呼ぶことにする。このシステムは、後生動物における脳・神経系や液性免疫系に似るが、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動的超構造である点で、両者には相同性がない。したがって、このシステムを介した植物の高次機能を解明するには、動物のアナロジーは有効ではなく、異分野の研究者が結集して、植物細胞壁の構築や機能、反応性などのメカニズムに関する包括的な研究が必要で、そのための新しい学術領域の開拓が待たれている。

2. 研究の目的

本研究領域の目的は、「植物細胞壁の情報処理」という視点から、未解明の植物の高次機能の解明を目指して、情報処理システムとしての植物細胞壁の構築と機能を包括的に解析し、同時に、そのための新しい学術領域を切り拓くことにある。本研究項目では、この領域全体の目的を達成するために、総括班を組織し、新学術の創成に不可欠な異分野の細胞壁研究者の共同研究のネットワークづくりを支援する。また、共同研究ネットワークを通して領域内での研究手法の融合を図り、それにより「植物細胞壁の情報処理」に関する新しい学術領域の開拓を図る。

総括班は、共同研究の推進以外に、新しい学術領域の将来を担う研究者の育成を図るために、若手育成プログラムを実施するとともに、本領域の成果を内外の研究者に発信するための研究集会やデータベース発信を行う。

更に、研究成果を社会に還元すると共に、新しい植物細胞壁の概念を社会に定着させるために、サイエンスコミュニケーターを総括班のメンバーに迎え啓発活動を進める。

3. 研究の方法

< 共同研究の推進 > 班員間の連携と共同研究の推進を図るため、領域代表が全班員にサイトビジットを行い、全班員が領域の目的を共有、同時に総括班に解析支援センターを置き、センターには先端機器とサーバーを設置して班員の共通利用に供し、班員の研究支援に資すると同時に、領域内の未発表成果やデータベースを集積し、共同研究のためのリ

エゾンとしての機能を担うものとする。班員は専門性に応じて責任者となる。解析支援センターにはオミクスとイメージング解析の分室を設け、機動的に運営する。総括班が中心となりウェブサイト運営し、若手ワークショップ開催、領域シンポジウム開催などにより研究交流の場を作る。国内外へ研究成果を発信するために、国内シンポジウムと国際シンポジウムを開催する。異分野の発想を取り入れ、新しい学術領域を立体的に構築するために、植物科学以外の研究者との交流の場を設ける。また、異分野の研究者より研究の評価や助言を仰ぐ。国民への啓発活動として、一般用のウェブサイト開設や、電子出版、マスメディア、サイエンスカフェなどの従来型の方法による国民各層への情報発信や啓発活動も行う。専門家に対しては、分析手法、データベースなどを、デジタル実験書およびデジタルプロトコルとしてネット上で公開し、世界の研究者の利用に供す。

4. 研究成果

(1) 共同研究

全研究代表者に対する領域代表のサイトビジットが功を奏し、最終的に、すべての研究代表者が一件以上の領域内共同研究を実施しており、当初より計画してきた研究項目横断的な共同研究を基軸とした研究体制が出来上がった。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件となり、次いで、後半の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。

(2) 支援センター・データベース

計画研究の代表者は全員、解析支援センターまたは支援室に所属し、それぞれの専門性に応じて、11の支援項目のなかのいずれかについて、領域内の全班員に対して、情報や試料の提供から、分析の受託、手法の共同開発など、様々な形で共同研究を実施し、領域全体の研究推進に参画した。その結果、ほとんどの班員は、解析センターの支援を受け、共同研究が促進された。上記の共同研究の成果は、いずれもこの総括班の解析支援センターがハブとなって、進めたものである。

(3) データベース

細胞壁遺伝子の共発現に最適化したデータベース ATTEDII の新バージョンは公開以来4年間で320万のアクセスがあり、領域内外で広く利用された。

(4) 若手育成

若手班員による研究集会の開催支援 (UK-Japan joint meeting on Plant Cell Wall Biology, Cambridge Univ., 2013年7月) や 若手班員が主体となった雑誌特集号の編纂 (Frontiers in Plant Science の Special Issue の編集) を領域として様々な角度から奨励・助言・財政支援を行った。また、博士研究員と学生が中心となり企画運営する合宿形式の若手研究発表会を5年間で9回開催した。本領域の5年間の研究期間中

に 11 名の研究代表者と 33 名の研究代表者以外の研究者（学生を含む）、併せて 44 名が昇進した。

（5）広報活動

経験豊かなサイエンスコミュニケーターである工藤光子氏（立教大学）を領域代表の西谷の研究分担者に迎え、工藤氏が総括班での広報活動に専念する体制を作り、これまでの新学術領域研究には無かった斬新な HP 運営や、全国を行脚する長期の巡回展示などのアウトリーチ活動を実施し、新しい概念の社会への受容を図った。

一般社会と研究者の双方に向けた情報発信を行うために、HP は日本語の「研究者用」と「一般の方用」、更に「English」の 3 つの入り口を用意し、それぞれに最適化したコンテンツを Web サイトを通して、内外に発信した。HP の Web サイトの閲覧回数は、4 年間で 30 万回を超えた。

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（2014.4.25-6.19）に始まり、北海道大学総合博物館（2014.6.24-8.31）、東京大学小石川植物園（2014.9.9-12.14）、名古屋大学博物館（2015.9.8-10.24）、筑波実験植物園（2015.11.25-2016.1.11）、東京大学駒場博物館（2016.7.16-8.28）、東京大学柏図書館（2017/4/12-10/31）での、延べ 16 ヶ月に亘る長期の巡回展示で、全国各地の一般の方々の多数の来場者を得て、予想以上の反響があり、植物細胞壁の新しいコンセプトの普及に大きく貢献した

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 33 件）

1. 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 査読あり
2. 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 査読あり
3. Yokoyama, R., Kuki, H., Kuroha, T., Nishitani, K. (2016) Arabidopsis regenerating protoplast: A powerful model system for combining the proteomics of cell wall proteins and the visualization of cell wall dynamics *Proteomes* 4: 34 査読あり

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

5. 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(8): e0134547. 査読あり

〔学会発表〕（計 52 件）

1. 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(鹿児島県・鹿児島市)」2017 年 3 月 16~18 日
 2. Nishitani, K. Rethinking the Mechanisms of Cell Wall Remodeling International Symposium on “Front Lines of Plant Cell Wall Research and Beyond” 「KKR 熱海(静岡県・熱海市)」2016 年 10 月 4~5 日
 3. 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(沖縄県・宜野湾市)」2016 年 9 月 16~19 日
 4. 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, 「ハニア(ギリシャ)」2016 年 6 月 12~17 日
 5. 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(愛知県・名古屋市)」2015 年 11 月 30~12 月 4 日
 6. Nishitani, K. Versatile roles of PME and pectin in plant development. XIII Cell Wall Meeting, 「ナント(フランス)」2013 年 7 月 7~12 日
- 〔図書〕（計 16 件）
- 西谷和彦・島崎研一郎 (2017) テイツ・ザイガー 植物生理学・発生学 第 6 版 (監訳) 講談社 823
- 加賀悠樹・柴田航希・鳴川秀樹・横山隆亮・西谷和彦 (2016) 茎寄生植物ネナシカズラの寄生戦略-茎寄生研究用のモデル植物を目指す 遺伝 70:284-288
- 西谷和彦 (2016) 従属栄養生物のさまざまな生き方 遺伝 70:265-268

篠原直貴・西谷和彦 (2016) 植物細胞壁実験法 (pp.34-39, pp.191-195, pp.303-311) 弘前大学出版会 403

西谷和彦・梅澤俊明 共編 (2013) 植物細胞壁 講談社 349

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

・展示 「植物細胞壁のミクロの世界」を7箇所で開催
・河北新報 科学の泉(6回続き)執筆 2015年2月
・ホームページ等

領域 HP <https://www.plantcellwall.jp/>
研究室 HP http://www.biology.tohoku.ac.jp/lab-www/nishitani_lab/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西谷和彦(NISHITANI, Kazuhiko)
東北大学・大学院生命科学研究科・教授
研究者番号：60164555

(2) 研究分担者

出村 拓 (DEMURA, Taku)
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
研究者番号：40272009

澤 進一郎(SAWA, Shin-ichiro)
熊本大学大学院・先端科学研究部・教授
研究者番号：00315748

大林 武(OBAYASHI, Takeshi)
東北大学・大学院情報科学研究科・准教授
研究者番号：50397048

工藤 光子(KUDO, Mitsuko)
立教大学・理学部・准教授
研究者番号：90594078

(3) 連携研究者

横山 隆亮 (YOKOYAMA, Ryusuke)
東北大学・大学院生命科学研究科・講師
研究者番号：90302083

黒羽 剛(KUROHA, Takeshi)
東北大学・大学院生命科学研究科・助教
研究者番号：50415155

(4) 研究協力者

岡田 清孝(OKADA, Kiyotaka)
龍谷大学・農学部・教授
研究者番号：50101093

鮫島 正浩 (SAMEJIMA, Masahiro)
東京大学・農学生命科学研究科・教授
研究者番号：30162530

西村 幹夫 (NISHIMURA, Mikio)
基礎生物学研究所・研究力強化戦略室・特任教授
研究者番号：80093061

長谷部 光泰(HASEBE, Mitsuyasu)
基礎生物学研究所・生物進化研究部門・教授
研究者番号：40237996

福田 裕穂 (FUKUDA, Hiroo)
東京大学・大学院理学系研究科・教授
研究者番号：10165293