

令和 6 年 5 月 17 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02507

研究課題名（和文）湿度環境情報に基づく植物免疫応答の制御

研究課題名（英文）Plant immunity regulation according to humidity-related cues

研究代表者

西條 雄介（Saijo, Yusuke）

奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授

研究者番号：50587764

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：シロイヌナズナにおいて、湿度変化に応じて植物が免疫応答や共生を調節する仕組み、及び病原細菌が感染戦略を調節する仕組みに関して解明を推進した。水チャネルPIPの特定分子種のリン酸化及びアブシジン酸（ABA）代謝酵素遺伝子CYP707a3等の発現の誘導が、完全滅菌条件でも誘導される互いに独立の湿度応答であることを示した上、それらの植物免疫における重要性を示した。また、その制御に重要なCa透過チャネルCNGCや転写制御因子の特定分子種を同定して、湿度シグナル機構の一端を明らかにした。さらに、病原細菌のエフェクターが同経路の抑制に働くことで植物ABA応答を活用して水浸漬を進めることを突き止めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植物病害が拡大する高湿度環境において、植物は湿度上昇を感知して免疫を向上させること、及びその際に特定の水チャネルPIP分子種のリン酸化並びにアブシジン酸（ABA）分解酵素遺伝子の発現誘導が重要な役割を果たすことを明らかにした。後者の誘導に必要なCa²⁺イオンチャネルと転写制御因子を同定した。逆に、病原細菌が同応答を阻害し植物ABA応答をハイジャックすることで感染部位に水を集めること、及びそれに寄与するエフェクター感染促進因子も明らかにした。本成果は、湿度情報に基づく植物免疫・細菌感染戦略の調節機構に関して進歩性の高い知見を提供し、耐病性増強技術の開発にも資するものである。

研究成果の概要（英文）：In *Arabidopsis thaliana*, we gain important insight into the mechanisms by which plants enhance immunity against pathogenic bacteria that promote infection through water acquisition, and also into bacterial infection strategies under high humidity. We show that PIP water channel phosphorylation by the immune co-receptor BAK1 and induction of abscisic acid (ABA) catabolism enzyme CYP707a3 as humidity-inducible key defense outputs against bacterial water soaking. We obtained transcriptome, BAK1-interactome and phospho-proteome profiles in leaves under high humidity. Reverse genetic studies on some of humidity-regulated genes and proteins revealed a module involving specific members of CNGC Ca²⁺-channels and transcription factors required for humidity-induced leaf water defense. Conversely, we show that bacteria suppress these outputs by type III secretion effects, in particular AvrPtoB, thereby hijacking host ABA responses to cause water soaking.

研究分野：植物微生物相互作用

キーワード：植物免疫 湿度 病原細菌 水 シロイヌナズナ 植物微生物相互作用

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

植物が共生微生物への依存度を強めたり、植物病害が深刻化したりするのは、往々にして環境ストレスにさらされている場合であることがよく知られている。したがって、環境変化に応じて微生物が感染戦略を変化させる一方で、それに対して植物も免疫応答を調節すると推察されるものの、その分子実体に関しては不明な点が多い (Saijo & Loo, 2020 New Phytologist)。その理由として、植物の免疫及び環境応答の分子制御機構、並びに病原菌の感染促進機構に関する研究がそれぞれを検出・解析しやすい定常条件で行われることが一般的であり、長年の知見の集積にもかかわらず、両者を統合させるような研究エフォートが乏しいことが考えられる。

環境因子の中でも湿度は植物微生物相互作用に甚大な影響を及ぼす。高湿度環境では、病原菌が葉の感染部位に水を集める (水集積) など水を確保しやすいことが感染・病害の拡大につながるということが知られている。シロイヌナズナにおいて、多湿環境では、病原細菌がエフェクター AvrE 及び HopM1 を介して植物タンパク質 MIN7 (膜輸送制御因子 ARF-GEF) を阻害することで水集積を誘導し、感染を拡大すること (Xin, 2016 Nature)、続いて HopM1 の植物標的因子 MIN7 (膜輸送制御因子) 及び複数のパターン認識受容体 (PRR、膜局在性の植物免疫受容体) を同時に欠損した多重変異体は、本来無害である共生微生物を健全にコントロールできず病兆を示すこと (Chen, 2019 Nature) が報告されている。したがって、植物免疫における水制御の重要性は明白であり、分子実体の解明に向けて国際的な競争が繰り広げられようとしている。

申請者は、シロイヌナズナにおいて細菌フラジェリンの受容体 FLS2 やダメージ誘導性 Pep ペプチドの受容体 PEPR1/2 (いずれもロイシンリッチリピート受容体様キナーゼ : LRR-RK) と相互作用する細胞膜局在型の水チャネル (PIP アクアポリン) を同定し、PRR が PIP の活性調節を介して水輸送を制御する可能性を検証した。13 分子種の PIP の中で、葉で高発現している PIP2;1 及び PIP2;6 が、それぞれ気孔閉鎖を介した侵入前抵抗性及び水集積の抑制を介した侵入後抵抗性に必要であることを突き止めた。さらに、PIP2;6 が湿度依存的に上記の PRR の共受容体キナーゼ BAK1 によりリン酸化・活性化され、葉内に侵入した細菌の水獲得ひいては病原性の抑制に働くことを見出した。そこで、この発見を足掛かりに、湿度情報に基づく植物の免疫調節機構及び病原細菌の感染戦略に関して解明を進めることで、上記の課題の克服に貢献できると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、湿度環境情報に基づく植物の免疫調節機構及びそれに対抗する細菌の病原メカニズムの解明を主目的とし、以下の3項目を中心に進めた。

- (1) マルチオミクス解析による高湿度応答のプロファイリング
- (2) 高湿度誘導性防御応答に至るシグナル経路の解明
- (3) 細菌の植物 ABA 応答を利用した病原メカニズムの解明

3. 研究の方法

シロイヌナズナと病原細菌 *Pseudomonas syringae* pv *tomato* (Pst) DC3000 の相互作用系において次の項目を実施した。

(1) マルチオミクス解析による高湿度応答のプロファイリング

高湿度での BAK1 を介した PIP2;6 T7 リン酸化は、初めて機能的意義も明らかにされた湿度誘導性の免疫応答であり、湿度センシングから免疫制御に至るシグナル経路の存在が強く示唆される。同時に、BAK1 パートナーとして働く LRR-RK が湿度の感受またはシグナル伝達を行う可能性も推察される。そこで、まず BAK1 相互作用プロテオーム解析やリン酸化プロテオーム解析により、湿度依存的なプロテオーム変化を捕捉し、湿度シグナル制御機構に関する基礎情報を取得した。

また、病原細菌は ABA 欠損植物では全く水集積を起こせないことも見出し、高湿度で本来抑制されている ABA 応答を細菌が活用して感染を進めると考えられた。逆に、高湿度で誘導される ABA 代謝酵素遺伝子 *CYP707A3* 及び *CYP707A1* の二重欠損変異体では、ABA が高蓄積し、3 型分泌装置エフェクターを持たない病原細菌弱毒変異株ですら水集積を起こせるようになる。そこで、湿度依存的なトランスクリプトーム変化を RNA シークエンス解析により捕捉し、*CYP707A3* を始めとする湿度応答マーカーをリスト化するとともに、*CYP707A3* の発現誘導経路に関わる湿度シグナル因子及びその抑制に働く細菌の病原メカニズムの解明を進める素地を得た。

(2) 高湿度誘導性防御応答に至るシグナル経路の解明

湿度上昇による、BAK1 を介した PIP2;6 T7 リン酸化及び BAK1 や PIP2;6 に依存しない *CYP707A3* の発現誘導に至る二つの湿度応答経路に関して、前者に関しては BAK1 相互作用プロテオーム及びリン酸化プロテオームデータ、後者に関しては湿度応答性遺伝子の RNA シークエンスデータより、候補因子を抽出して逆遺伝学的解析を行うことで湿度シグナル制御因子の同定を進めた。また、湿度誘導性マーカーのプロモーター配列を利用した湿度応答レポーター系を構築し、同応答の時空間制御に関するデータを得るとともに湿度応答変異体スクリーニング系を確立した。

(3) 細菌の植物 ABA 応答を利用した病原メカニズムの解明

高湿度環境で病原細菌がエフェクターを介して感染促進に利用している植物 ABA 応答に関して、上記(2)と連携してその標的とされる ABA 応答の制御因子及びそれを促進する細菌エフェクターの同定を目指すとともに、作用機序の解明を進めた。

なお、当初の計画では、湿度変化や PIP2;6 有無による葉の共生微生物叢への影響や作用機構も解析対象に含めていたが、メタ 16S シークエンス解析の結果、顕著な微生物叢変化を検出できなかったことから優先項目から外し、上記3項目に注力することにした。

4. 研究成果

(1) 高湿度応答のプロテオミクス解析及び PIP2;6 T7 リン酸化制御機構の解析

湿度上昇による、BAK1 を介した PIP2;6 T7 リン酸化及び BAK1 に依存しない *CYP707A3* の発現誘導に至る二つの湿度応答が無菌条件で PRR を刺激するエリター（微生物成分やダメージシグナル）の非存在下でも誘導されること、すなわちいずれも純粋な湿度応答であることが示唆された。また、PIP2;6 T7 リン酸化の湿度誘導は、BAK1 の多様な機能の中で PRR シグナル制御機能の特異的に欠損した *bak1-5* 変異体において損なわれる一方で、LRR 受容体様タンパク質（RP）の重要制御因子 SOBIR1 を必要としないことから、湿度シグナルは BAK1 依存性の LRR-RK を介して PRR 様のシグナル制御様式で伝達される可能性が高まった。

そこで、無菌条件の幼植物において、湿度（高湿度処理 3 時間）及び BAK1 依存的なリン酸化プロテオームプロファイルを得た。湿度誘導性のリン酸化プロテオームは、既報の PRR 活性化時のものと類似しており、植物が湿度上昇を感知して、免疫応答に関連したリン酸化プロテオーム変化を誘導している様子が窺われた。同プロファイルと土壌栽培植物の葉を用いて得た BAK1 相互作用プロテオームプロファイルと合わせて、複数の LRR-RK 候補を選定し、それらの単独欠損変異体を取得して逆遺伝学的に湿度応答への影響を解析した。H₂O₂ 及びキノンのセンサーとして知られる HPCA1/CARD1 (At5g49760)を始め、いくつかの LRR-RL に関して精査したものの、いずれも単独欠損では有意な影響はないと判断された。LRR-RK 以外のリン酸化タンパク質の中から候補因子を選定して、現在も逆遺伝学的解析を継続している。

本研究の進行中に、海外の複数グループから、細菌侵入後の気孔開口制御が細菌の水集積抵抗性に重要であることが示された一方で、PIP2;6 T7 リン酸化を介した水集積抵抗性は気孔開閉制御とは分離できることを示し、それと異なるメカニズムによる新規の機構であることが強く示唆された。現在、PIP2;6 T7 リン酸化の意義と制御機構に関する論文を作成中であり、近日中に投稿する予定である。

(2) 高湿度応答のトランスクリプトーム解析及び高湿度レポーター系の構築

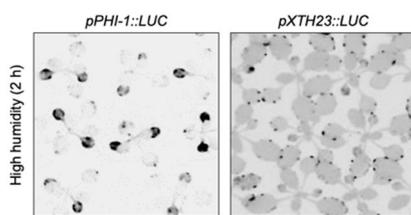


図1 高湿度応答レポーター系による組織特異的な湿度応答の検出

高湿度条件に 30 分または 5 時間晒した葉において RNA シークエンス解析を実施し、*CYP707A3* と同様に湿度上昇後 30 分で急速に mRNA 発現レベルが上昇する遺伝子群に加えて同条件で発現レベルが低下する遺伝子群をリスト化した。得られた発現変動遺伝子（30 分で上昇：

1250 遺伝子、5 時間で上昇：1854 遺伝子、30 分で低下：590 遺伝子、5 時間で低下：1667 遺伝子）の中から、特に初期誘導性のトップ 5 遺伝子に関して湿度上昇に応じて短時間で一過的に誘導されることを確認し、それらのプロモーターの制御下で LUC を発現する高湿度レポーター系を構築した。それらは、高湿度条件で、それぞれ葉全体や維管束、孔辺細胞、水孔で高い応答性を示したことから、葉の内部においても組織特異的に高湿度応答が誘導されている様子が窺われた（図 1）。現在、これらのレポーター系の発現植物を野生型として、EMS 変異体群の作成

を進めており、今後、湿度応答が改変された変異体のスクリーニングを進めていく予定である。

(3) *CYP707A3* の発現誘導に至る湿度シグナル経路の解析

高湿度による *CYP707A3* の誘導は、BAK1 や PIP2;6 の機能欠損変異体でも保持されることから、上記の PIP2;6 T7 リン酸化経路とは独立の経路の制御下にあることが示唆された。Ca²⁺ センサー-GCaMP3 発現植物を用いて、湿度上昇により細胞内 Ca²⁺濃度の上昇が誘導されることを示した後、同湿度シグナル経路における Ca²⁺シグナル制御因子の探索を逆遺伝学的に進めた。その結果、Ca²⁺透過チャネル CNGC2 及び CNGC4 に加えて Ca²⁺カルモジュリン結合転写制御因子 CAMTA3 が *CYP707A3* や上記で得たマーカー遺伝子群の高湿度誘導に必要であることを示し、CNGC2/CNGC4-CAMTA3-CYP707A3 から成る湿度シグナルモジュールが高湿度における病原細菌の水集積ひいては感染の抑制にも重要な役割を果たすことを突き止めた。現在、本成果をまとめた論文を作成中であり、近日中に投稿する予定である。

(4) 病原細菌 *Pst* の植物 ABA 応答を利用した病原メカニズムの解明

高湿度環境において、本来抑制されている植物の ABA 応答を病原細菌が活用するメカニズムに関して、*CYP707A3* の高湿度誘導を指標として解明を進めた。病原細菌 *Pst* DC3000 の野生型は *CYP707A3* の高湿度誘導を抑制する一方で、3型分泌装置の欠損変異株 *Pst hrcC* は

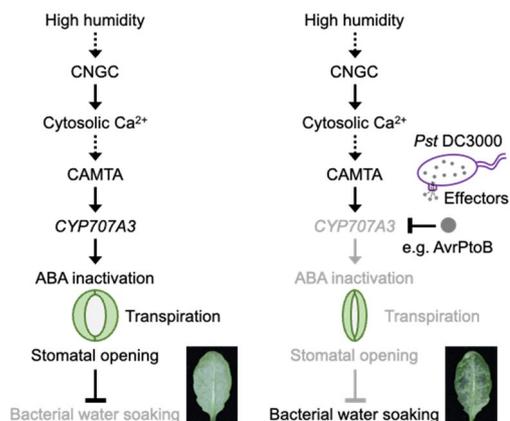


図2 高湿度における*CYP707A3*誘導を介したABA応答抑制による細菌抵抗性及びそれに対する病原細菌のエフェクターを介した病原メカニズム

抑制できないことから、病原細菌がエフェクターを用いて植物の ABA 分解応答を阻害することで ABA を介した水集積ひいては感染を促進していることが示唆された。いくつかの代表的なエフェクターを欠損した細菌変異株等を用いて、AvrPtoB が *CYP707A3* の高湿度誘導の抑制に必要十分であることを示した(図2)。本成果を上記3の成果と併せて論文を作成中であり、近日中に投稿する予定である。

(5) 植物の栄養応答と免疫応答の協調・統合機構の解析

水輸送制御は、上記の通り、特に高湿度環境における植物免疫の保持に重要な役割を果たす一方で栄養獲得応答とも密接に連携しており、本課題は栄養応答と免疫応答の分子リンク解明を追求した科研費の前課題(18H02467)とも相互補完的な関係にある。前課題の成果である、リン枯渇環境における根毛のカロース誘導の分子機構と生理意義の解明に関して、投稿論文のリリースを行うとともに、栄養環境情報に基づく植物の免疫・共生の制御に関する総説も執筆して、植物の環境応答機構に関する研究の推進に貢献した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Saijo Yusuke, Betsuyaku Shigeyuki, Toyota Masatsugu, Tsuda Kenichi	4. 巻 63
2. 論文標題 A Continuous Extension of Plant Biotic Interactions Research	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1321 ~ 1323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcac132	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Loo Eliza P.-I., Tajima Yuri, Yamada Kohji, Kido Shota, Hirase Taishi, Ariga Hiroataka, Fujiwara Tadashi, Tanaka Keisuke, Taji Teruaki, Somssich Imre E., Parker Jane E., Saijo Yusuke	4. 巻 35
2. 論文標題 Recognition of Microbe- and Damage-Associated Molecular Patterns by Leucine-Rich Repeat Pattern Recognition Receptor Kinases Confers Salt Tolerance in Plants	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Molecular Plant-Microbe Interactions?	6. 最初と最後の頁 554 ~ 566
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/MPMI-07-21-0185-FI	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Uchida Kohei, Yamaguchi Masahiro, Kanamori Kazuki, Ariga Hiroataka, Isono Kazuho, Kajino Takuma, Tanaka Keisuke, Saijo Yusuke, Yotsui Izumi, Sakata Yoichi, Taji Teruaki	4. 巻 189
2. 論文標題 MAP KINASE PHOSPHATASE1 promotes osmotolerance by suppressing PHYTOALEXIN DEFICIENT4-independent immunity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 1128 ~ 1138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiac131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ren Zirong, Suolang Bazhen, Fujiwara Tadashi, Yang Dan, Saijo Yusuke, Kinoshita Toshinori, Wang Yin	4. 巻 12
2. 論文標題 Promotion and Upregulation of a Plasma Membrane Proton-ATPase Strategy: Principles and Applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 e1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.749337	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hiruma Kei, Aoki Seishiro, Takino Junya, Higa Takeshi, Utami Yuniar Devi, Shiina Akito, Okamoto Masanori, Nakamura Masami, Kawamura Nanami, Ohmori Yoshihiro, Sugita Ryohei, Tanoi Keitaro, Sato Toyozo, Oikawa Hideaki, Minami Atsushi, Iwasaki Wataru, Saijo Yusuke	4. 巻 14
2. 論文標題 A fungal sesquiterpene biosynthesis gene cluster critical for mutualist-pathogen transition in <i>Colletotrichum tofieldiae</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 e1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-40867-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Inoue Kanako, Tsuchida Natsuki, Saijo Yusuke	4. 巻 137
2. 論文標題 Modulation of plant immunity and biotic interactions under phosphate deficiency	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 343 ~ 357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-024-01546-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 安田 盛貴、西條 雄介	4. 巻 12
2. 論文標題 高湿度環境における植物と病原細菌の水をめぐる攻防	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 植物科学の最前線	6. 最初と最後の頁 112 ~ 120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24480/bsj-review.12b5.00206	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Shigetaka Yasuda, Taishi Hirase, Haruka Sumi and Yusuke Saijo
2. 発表標題 Humidity-induced aquaporin phosphorylation in leaf water defense against bacterial pathogens
3. 学会等名 International Workshop on Plant Membrane Biology (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西條 雄介
2. 発表標題 リン枯渇環境におけるダメージ関連パターン受容体を介した植物免疫制御
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安田盛貴, 平瀬大志, 石崎遼, 鈴木隆司, 篠澤章久, 上田栞子, 四井いずみ, 豊田正嗣, 西條雄介
2. 発表標題 高湿度におけるアブシシン酸応答の不活化は病原細菌の水獲得を抑制する
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西條 雄介
2. 発表標題 植物の免疫制御因子を介したリン枯渇環境適応機構
3. 学会等名 植物の栄養研究会第7回（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusuke Saijo
2. 発表標題 Recognition of microbe/damage-associated molecular patterns by LRR pattern recognition receptor kinases confer salt tolerance in plants
3. 学会等名 What 's New in MPMI with Yusuke Saijo (Webinar)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安田 盛貴, 平瀬 大志, 石崎 遼, 鈴木 隆司, 篠澤 章久, 四井 いずみ, 豊田 正嗣, 西 條 雄介
2. 発表標題 高湿度環境におけるアブ シシン酸の不活性化を介した細菌抵抗性の解析
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 角 春佳, 倉田 理恵, 安田 盛貴, 西條 雄介
2. 発表標題 湿度情報に基づく細胞膜アクアポリンリン酸化制御機構の 解析
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusuke Saijo
2. 発表標題 Signal integration between phosphate starvation response and plant immunity
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shigetaka Yasuda, Taishi Hirase, Haruka Ishizaki, Ryuji Suzuki, Akihisa Shinozawa, Yuanjie Weng, Izumi Yotsui, Masanori Okamoto, Masatsugu Toyota, Yusuke Saijo
2. 発表標題 High humidity triggers plant resistance against bacterial water acquisition
3. 学会等名 Taiwan-Japan Plant Biology 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shigetaka Yasuda, Taishi Hirase, Haruka Ishizaki, Ryuji Suzuki, Akihisa Shinozawa, Shioriko Ueda, Izumi Yotsui, Masanori Okamoto, Masatsugu Toyota, Yusuke Saijo
2. 発表標題 High humidity-induced abscisic acid catabolism critical for plant resistance against bacterial water acquisition and pathogenesis
3. 学会等名 The 33rd International Conference on Arabidopsis Research (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Natsuki Tsuchida, Masako Fuji, Shota Kido, Masahiro Nagayasu, Tae-Hong Lee, Taiga Ishihara, Kentaro Okada, Taishi Hirase, Asahi Adachi, Takumi Murakami, Masanao Sato, Miki Fujita, Yuri Tajima, Kei Hiruma, Shigetaka Yasuda, Yusuke Saijo
2. 発表標題 Mitigation of plant growth-defense trade-off through damage-associated Pep peptides and receptors under phosphate deficiency
3. 学会等名 The 33rd International Conference on Arabidopsis Research (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shigetaka Yasuda, Taishi Hirase, Lionel Verdoucq, Haruka Sumi, Colette Tournaire-Roux, Kohji Yamada, Iris Finkemeier, Hirofumi Nakagami, Xiufang Xin, Sheng Yang He, Christophe Maurel, Yusuke Saijo
2. 発表標題 Humidity-induced aquaporin phosphorylation provides a critical step in leaf water defense against bacterial pathogens
3. 学会等名 IS-MPMI 2023 Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 安田 盛貴、平瀬 大志、石崎 遼、鈴木 隆司、篠澤 章久、Yuanjie Weng、四井 いずみ、岡本 昌憲、豊田 正嗣、西條 雄介
2. 発表標題 高湿度誘導性のアブシシン酸不活化 は葉内細菌の水獲得を抑制する
3. 学会等名 第65回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 上田 菜子、安田 盛貴、篠澤 章久、四井 いずみ、西條 雄介
2. 発表標題 シロイヌナズナ高湿度応答のレポーター系構築および遺伝学的解析
3. 学会等名 日本植物学会第87回大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス領域植物免疫学研究室 業績
<https://bsw3.naist.jp/saijo/publication.html>

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関