

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 16 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23380028

研究課題名(和文)病原菌の標的となる植物免疫因子の分子機能の解明

研究課題名(英文)Molecular function of plant immune factors targeted by pathogen effectors

研究代表者

川崎 努(Kawasaki, Tsutomu)

近畿大学・農学部・教授

研究者番号：90283936

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,600,000円、(間接経費) 4,380,000円

研究成果の概要(和文)：植物は、受容体を介して病原菌の構成成分を検出し、迅速な免疫応答を誘導する。一方、病原菌はエフェクターと呼ばれるタンパク質を植物の細胞内に送り込み、植物の免疫応答を抑制している。本研究では、植物受容体からの情報を細胞内に伝達する鍵因子であるOsRLCK185を同定し、その機能を明らかにするとともに、白葉枯病菌のXoo1488エフェクターがOsRLCK185の活性化を阻害することで感染を拡大していることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Plants recognize infection of pathogens through recognition of pathogen-associated molecular patterns with the receptors, which triggers a series of immune responses. To suppress host immunity, the pathogens deliver the effectors into plant cells. In this work, we identified OsRLCK185 which transmits the immune signals from the receptor to the downstream components. In addition, Xoo1488, an effector of *Xanthomonas oryzae*, inhibits the function of OsRLCK185 to suppress host immunity.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：植物病理学

キーワード：植物免疫 受容体 病原菌 エフェクター RLCK

1. 研究開始当初の背景

植物は、病原菌が感染した際、それぞれの病原菌を構成する因子を、病原菌に特有な分子パターン (Pathogen-associated molecular patterns (PAMPs)) として認識し、迅速な抵抗性反応を誘導する。このPAMPsの認識は、植物自身もつパターン認識受容体を介して行われる。受容体が認識した情報は速やかに伝達され、様々な防御応答を誘導する引き金となるが、受容体がどのようなタンパク質と相互作用し、どのように伝達しているか、その分子機構については殆ど理解されていない。一方、病原菌は、受容体によって誘導される防御反応を阻害するため、植物細胞内に分泌タンパク質(以下、エフェクター)を送り込む。エフェクターは、植物免疫誘導の主要ステップで働く植物免疫因子を阻害することで、植物免疫反応を効率よく抑制すると考えられる。このことは、エフェクターがターゲットとしている植物因子を同定することで、受容体による病原菌認識から抵抗性発現に至る過程で機能している主要な植物免疫因子を同定できることを意味している。そこで、本研究では、病原菌のエフェクターを利用して、新奇な植物免疫因子を同定し、その機能解析を通じて、植物免疫反応の分子機構の解明を目指す。

2. 研究の目的

イネ白葉枯病を引き起こす *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (以下、*Xoo*) は、タイプ分泌システムによって、エフェクターを宿主細胞内に送り込み、宿主の防御反応を抑制している。これまでに、*Xoo* から約20種のエフェクターが同定されている。我々は、このうち10種類のエフェクターについて、それらを発現する形質転換イネを作出し、タイプ分泌システムを欠損した *Xoo hrpX* 株を感染させることによって、エフェクターによるPAMPs誘導抵抗性の阻害活性を解析した。その結果、4つのエフェクター (*Xoo1488*、*Xoo2402*、*Xoo2875*、*Xoo3222*) が強くPAMPs誘導抵抗性を阻害した。このことは、これら4つのエフェクターがPAMPs誘導抵抗性の主要ステップで機能する免疫因子を抑制していることを示唆していた。そこで、これらの4つのエフェクターのうち、*Xanthomonas* 属の中で *Xoo* に特異的な *Xoo1488* に注目して、酵母Two Hybrid法を用いて相互作用因子を探索した。その結果、Receptor-like cytoplasmic kinase (RLCK) ファミリーに属するOsRLCK185を得た。それまでの解析において、OsRLCK185がPAMPs受容体と特異的に結合するという予備的な結果が得られていたことから、OsRLCK185が植物免疫反応を制御する因子であることが強く示唆されていた。さらに、これらの結果は、OsRLCKが病原菌認識に関わることを示唆していた。そこで、本研究課題では、

OsRLCK185に焦点を当て、植物免疫反応における機能を明らかにすることで、病原菌認識から抵抗性発現に至る免疫反応の分子機構の未解明な領域を明らかにした。また、*Xoo1488* によるOsRLCK185の抑制機構についても解析し、病原菌による感染戦略の分子機構を解明した。

3. 研究の方法

(1) *Xoo1488* の標的因子のスクリーニング

Xoo1488 をベイトとした酵母 Two Hybrid法により、イネのcDNAライブラリーのスクリーニングを行った。得られたクローンの塩基配列を決定するとともに、リトランスフォーメーションにより、候補遺伝子の選定を行った。

(2) PAMPs に応答した免疫反応の解析

Xoo1488 を発現するイネ培養細胞やOsRLCK185の発現を抑制した培養細胞に、PAMPsであるキチンやペプチドグリカン进行处理し、PAMPsに反応した活性酸素生成、防御遺伝子の発現、MAPキナーゼの活性化を解析した。

(3) OsRLCK185 のリン酸化解析

キチン进行处理したイネ培養細胞からタンパク質を抽出し、OsRLCK185抗体を用いて免疫沈降を行い、得られたサンプルをPhos-tagを含むSDSポリアクリルアミドゲルで電気泳動し、OsRLCK185のリン酸化を解析した。また、CERK1の細胞質ドメインとOsRLCK185の組換えタンパク質を調製し、*in vitro* リン酸化反応により、CERK1によるOsRLCK185のリン酸化を解析した。

4. 研究成果

(1) *Xoo1488* 発現イネの免疫応答

白葉枯病菌のエフェクター *Xoo1488* を発現させたイネでは、白葉枯病菌に反応した抵抗性が抑制されていることが明らかになった。そこで、*Xoo1488* による免疫応答の抑制機構をさらに詳細に解析するために、*Xoo1488* を発現するイネ培養細胞を作成した。*Xoo1488* 発現細胞に、細菌のPAMPsであるペプチドグリカン(PGN)进行处理し、防御遺伝子の発現を解析したところ、PGNに反応した防御遺伝子の発現が抑制されていることがわかった。同様に、真菌のPAMPであるキチン进行处理して解析したところ、キチンに反応した防御遺伝子の発現も抑制されていることがわかった。これまでの報告により、キチンは細胞膜に存在するCEBiPとOsCERK1複合体によって検出され、PGNは、LYP4/LYP6とOsCERK1複合体が検出すると考えられている。OsCERK1は、細胞内にプロテインキナーゼドメインをもつ受容体型キナーゼであり、いずれの場合も、複合体が検出したPAMPs情報をOsCERK1が細胞内に伝達していると考えられる。上記のように、*Xoo1488* 発現細胞

において、キチンと PGN に応答した免疫応答が阻害されていることから、Xoo1488 が、OsCERK1 を介した免疫応答を阻害していることが強く示唆された。

(2) OsRLCK185 を介した免疫応答

酵母 Two Hybrid 法を用いた Xoo1488 の標的因子の探索により、Receptor-like cytoplasmic kinase (RLCK)ファミリーに属する OsRLCK185 が同定され、OsRLCK185 が、OsCERK1 の細胞内ドメイン(プロテインキナーゼドメイン)と相互作用することが見出された。このことは、OsCERK1 からの信号が OsRLCK185 に伝達されていることを強く示唆している。そこで、OsRLCK185 の発現抑制体を作成し、キチンと PGN に応答した免疫応答を解析した。その結果、OsRLCK185 の発現を抑制した培養細胞では、キチンと PGN に応答した防御遺伝子の発現が顕著に抑制されていた。このことは、OsRLCK185 が OsCERK1 の下流で機能していることを強く示唆している。さらに、活性酸素の生成を解析したところ、OsRLCK185 発現抑制体では、キチンに応答した活性酸素の生成が阻害されていることが明らかになった。

(3) OsCERK1 から OsRLCK185 への情報伝達

OsRLCK185 が OsCERK1 の細胞質ドメインに結合することが明らかになった。OsCERK1 の細胞質ドメインは、プロテインキナーゼドメインであることから、OsCERK1 が OsRLCK185 をリン酸化することで、信号を伝達していることが示唆される。そこで、まず、キチンに応答して OsRLCK185 がリン酸化修飾を受けるかどうかを調べた。イネ培養細胞にキチンを処理し、免疫沈降により OsRLCK185 を回収した後、ウエスタン法を用いて解析した。その結果、キチン処理後 5 分で、シフトしたバンドが検出された。このシフトしたバンドは、プロテインフォスファターゼ処理により消失することから、シフトしたバンドはリン酸化修飾を受けた OsRLCK185 に対応することがわかった。この結果から、OsRLCK185 は、キチン処理後、すぐにリン酸化されることが明らかになった。

次に、OsCERK1 が直接的に OsRLCK185 をリン酸化しているかどうかを調べるために、*in vitro* キナーゼ活性測定系を用いて解析した。OsCERK1 の細胞質ドメインおよび OsRLCK185 のキナーゼ活性欠損変異体 OsRLCK185^{K108E} のタンパク質を大腸菌でのタンパク質発現系を用いて調製し解析したところ、OsCERK1 は OsRLCK185^{K108E} をリン酸化することが明らかになった。また、RLCKファミリーの活性化に関わることが示唆されている活性化ループに存在する 3 つのセリンとスレオニンをアラニンに置換し (OsRLCK185^{K108E, S240A, T241A, T246A})、リン酸化を調べたところ、OsCERK1 は OsRLCK185

K108E, S240A, T241A, T246A をリン酸化しないことが明らかになった。このことから、OsCERK1 は OsRLCK185 の活性化ループをリン酸化することで、信号を伝達しているものと考えられた。

(4) OsRLCK185 による MAP キナーゼの活性化の制御

キチンに応答した信号伝達系において、MAP キナーゼである OsMPK3、OsMPK4、OsMPK6 が活性化され、さらに、OsMPK3/OsMPK6 は、OsMPK4 と異なる伝達系で活性化されることが報告されている。そこで、OsRLCK185 過剰発現細胞を用いて、キチンに応答した MAP キナーゼの活性化を調べた。その結果、OsMPK3、OsMPK4、OsMPK6 の全ての MAP キナーゼの活性が、野生型に比べ、OsRLCK185 過剰発現体で上昇していることが明らかになった。さらに、OsRLCK185 の発現抑制体を用いて、キチンに応答した MAP キナーゼの活性化を調べたところ、OsMPK3 と OsMPK6 の活性化は OsRLCK185 発現抑制体で抑制されているが、OsMPK4 の活性化は野生型と同じであることがわかった。さらに、Xoo1488 発現体を用いて、同様な解析を行ったところ、OsRLCK185 発現抑制体と同じ結果が得られた。このことから、OsMPK3 と OsMPK6 は OsRLCK185 の下流に存在するが、OsMPK4 は OsRLCK185 とは別の伝達系で制御されていると考えられる。また、OsRLCK185 過剰発現体において、OsMPK4 の活性上昇が観察されたが、これは OsRLCK185 の過剰発現が他の RLCK の機能を相補したためであると考えられる。これまでにフラジェリンの受容体である FLS2 に相互作用する RLCK である BIK1 が、FLS2 からの信号を伝達していることが報告されているが、*bik1* 変異体でもフラジェリンに応答した MAP キナーゼの活性化には変化が見られず、これまで、受容体と MAP キナーゼを繋ぐ分子は見つかっていなかった。今回の結果により、OsRLCK185 が OsCERK1 からの情報を MAP キナーゼカスケードに伝達することが明らかとなり、OsRLCK185 は、受容体と MAP キナーゼをつなぐ初めての分子である。

(5) Xoo1488 による免疫阻害機構

Xoo1488 発現培養細胞では、上記のようにキチンや PGN に応答した免疫反応が抑制され、さらに Xoo1488 が OsRLCK185 に相互作用することから、Xoo1488 が OsCERK1 による OsRLCK185 のリン酸化、あるいは OsRLCK185 による下流の免疫応答の活性化を阻害している可能性が考えられる。Xoo1488 発現培養細胞を用いて、キチンに応答した OsRLCK185 のリン酸化を解析したところ、Xoo1488 発現培養細胞では OsRLCK185 のリン酸化が抑制されていた。このことから、Xoo1488 が OsCERK1 による OsRLCK185 の

リン酸化を抑制していることが示唆された。そこで、in vitro キナーゼ活性測定系を用いて解析を行ったところ、Xoo1488 の存在下では、OsCERK1 による OsRLCK185 のリン酸化が阻害されることが明らかになった。Xoo1488 は、相互作用によって OsRLCK185 の活性化ループドメインを隠すことで、OsCERK1 による OsRLCK185 のリン酸化を阻害しているのではないかと推定された。

さらに、Xoo1488 が、OsCERK1 や OsRLCK185 の自己リン酸化活性に影響を及ぼすかについて解析したが、OsCERK1 や OsRLCK185 の自己リン酸化は Xoo1488 によって影響を受けないことがわかった。また、in vitro 系を用いて、OsCERK1 によってリン酸化された OsRLCK185 を、Xoo1488 が脱リン酸化するかどうかを解析したが、Xoo1488 には脱リン酸化活性がないことがわかった。興味深いことに、これらの解析の過程で、OsRLCK185 が Xoo1488 をリン酸化していることが明らかになり、Xoo1488 のリン酸化が、Xoo1488 を介した病原性に関与している可能性が示唆された。

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 12 件)

Kosami, K., Ohki, I., Hayashi, K., Tabata, R., Usugi, S., Kawasaki, T., Fujiwara, T., Nakagawa, A., Shimamoto, K., and Kojimai, C. Purification, crystallization and preliminary X-ray crystallographic analysis of a rice Rac/Rop GTPase, OsRac1. *Acta Crystallographica Section F*, 70: 113-115 (2014). 査読有

DOI: 10.1107/S2053230X13033645

Yamaguchi, K., Yamada, K., Ishikawa, K., Yoshimura, S., Hayashi, N., Uchihashi, K., Ishihama, N., Kishi-Kaboshi, M., Takahashi, A., Tsuge, S., Ochiai, H., Tada, Y., Shimamoto, K., Yoshioka, H., and Kawasaki, T. A receptor-like cytoplasmic kinase targeted by a plant pathogen effector is directly phosphorylated by the chitin receptor and mediates rice immunity. *Cell Host Microbe*, 13:347-357 (2013). 査読有

DOI: 10.4161/psb.25662

Yamaguchi, K., Yamada, K., and Kawasaki, T. Receptor-like cytoplasmic kinases are pivotal components in pattern recognition receptor-mediated signaling in plant immunity. *Plant Signal Behav*, 8: e25662 (2013) 査読有

DOI: 10.1016/j.chom.2013.02.007

Akamatsu, A., Wong, H.L., Fujiwara, M., Okuda, J., Nishide, K., Uno, K., Imai, K., Umemura, K., Kawasaki, T., Kawano, Y., and Shimamoto, K. An OsCEBiP / OsCERK1-OsRacGEF - OsRac1 module is an essential

early component of chitin-induced rice immunity. *Cell Host Microbe*, 13: 465-476 (2013). 査読有

DOI: 10.1016/j.chom.2013.03.007

Yamaguchi, K., Nakamura, Y., Ishikawa, K., Yoshimura, Y., Tsuge, S., and Kawasaki, T. Suppression of rice immunity by the *Xanthomonas oryzae* type III effector Xoo2875. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 77: 796-801 (2013). 査読有

川崎 努 植物における免疫誘導と病原微生物の感染戦略、ライフサイエンス領域融合レビュー, 2, e008 (2013). 査読なし

DOI: 10.7875/leading.author.2.e008

川崎 努, 山口公志, 石川和也, 吉村智美, 山田健太, 吉村悠矢 病原菌エフェクターによる PAMPs 誘導抵抗性の抑制機構、日本植物病理学会報 79: 263-268. (2013). 査読なし

Yamaguchi, K., Imai, K., Akamatsu, A., Mihashi, M., Hayashi, N., Shimamoto, K., and Kawasaki, T. SWAP70 functions as a Rac/Rop guanine nucleotide-exchange factor in rice. *Plant J.*, 70: 389-397 (2012). 査読有

DOI:10.1111/j.1365-313X.2011.04874.x

Yamaguchi, K., and Kawasaki, T. Function of Arabidopsis SWAP70 GEF in immune response. *Plant Signal. Behav.* 7: 465-468 (2012). 査読有

DOI: 10.4161/psb.19562

Kawasaki, T., Yamaguchi, K., Ishikawa, K., Yoshimura, S., Yamada, K., and Yoshimura, Y. Rice PAMPs-triggered immunity targeted by pathogen effectors. *Proceeding of 47th PSJ Plant-Microbe Interactions Symposium*, 47: 23-32 (2012). 査読無

Kim, S.H., Oikawa, T., Kyozuka, J., Wong, H.L., Umemura, K., Kishi-Kaboshi, M., Takahashi, A., Kawano, Y., Kawasaki, T. and Shimamoto, K. The bHLH Rac Immunity1 (RAI1) is activated by OsRac1 via OsMAPK3 and OsMAPK6 in rice immunity. *Plant Cell. Physiol.*, 53: 740-754 (2012). 査読有

DOI: 10.1093/pcp/pcs033

Wamaitha, M.J., Yamamoto, R., Wong, H.L., Kawasaki, T., Kawano, Y. and Shimamoto K OsRap2.6 transcription factor contributes to rice innate immunity through its interaction with Receptor for Activated Kinase-C (RACK1). *Rice*, 5:35 (2012). 査読有

DOI: 10.1186/1939-8433-5-35

[学会発表](計 37 件)

川崎 努: Suppression of pattern recognition receptor-mediated plant immunity by bacterial effector 日本細菌学会ワークショップ「植物と動物の自然免疫に関する類似と相違」2014.3.26-28 タワーホール船堀(東京)

山口公志, 山田健太, 白川友美, 船間亮汰,

石川和也、鳴坂真理、鳴坂義弘、市村和也、深溝慶、渋谷直人、川崎努、AtRLCK1 regulates MAPKKKa mediated activation of MAP kinase in chitin-triggered immunity、日本植物生理学会、2014.3.18 - 20. 富山大学 (富山)

石川和也、山口公志、井上健人、吉村智美、坂本一明、村口由一郎、北野詩織、小川まどか、津下誠治、川崎努、OsPUB44 positively regulates PAMPs-induced resistance in rice、日本植物生理学会、2014.3.18 - 20. 富山大学 (富山)

吉村悠矢、山口公志、清瀬嵩人、吉村智美、川崎努、植物免疫における Anamorsin の機能解明、日本植物生理学会、2014.3.18 - 20. 富山大学 (富山)

山田健太、山口公志、山内康平、石川和也、野元美佳、市村和也、多田安臣、深溝慶、川崎努、AtRLCK1 functions as a MAPKKK kinase in chitin-induced immune signaling、日本植物生理学会、2014.3.18 - 20. 富山大学 (富山)

早田奈央、吉村智美、井戸悠太、川崎努、Identification of immune factors interacted with xa1, the bacterial blight resistance NB-LRR protein in rice、日本植物生理学会、2014.3.18 - 20. 富山大学 (富山)

吉村悠矢、山口公志、清瀬嵩人、川崎努、植物免疫における Anamorsin の機能解明、近畿植物学会、2013.12.7. 帝塚山大学 (奈良)

山田健太、山口公志、石川和也、吉村悠矢、杉下亮丞、加星(岸)光子、高橋章、内橋幸平、多田安臣、市村和也、川崎努、植物免疫における MAP キナーゼカスケードへのシグナル伝達機構の解明、近畿植物学会、2013.12.7. 帝塚山大学 (奈良)

石川和也、山口公志、井上健人、坂本一明、村口由一郎、北野詩織、小川まどか、津下誠治、川崎努、植物免疫における OsPUB44 の機能解析、平成 25 年度日本植物病理学会関西西部会、2013.9.26 - 27. 岡山大学 (岡山)

川崎努：“植物の病原菌認識受容体における免疫反応の誘導機構”日本生体防御学会シンポジウム「動物・植物・微生物の生体防御と、そのマスター分子活性酸素」2013.7.9 12.くまもと森都心プラザ (熊本)

Ishikawa K, Yamaguchi K, Sakamoto K, Muraguchi Y, Tsuge S, Kojima C, Kawasaki T Xoo3222, type III effector, targets OsPUB44, a regulator of PAMPs-induced basal resistance. Keystone symposia, 2013.4.7-12. Big Sky, (Montana, USA)

山口公志、新屋友規、船間亮汰、石川和也、山田健太、鳴坂真理、鳴坂義弘、多田安臣、市村和也、渋谷直人、川崎努、イネとシロイヌナズナで保存されたキチンシグナル伝達経路の解析、日本植物病理学会、2013.3.27-29. 岐阜大学 (岐阜)

石川和也、山口公志、吉村智美、坂本一明、村口由一郎、北野詩織、小川まどか、津下誠治、川崎努、ユビキチンリガーゼである

OsPUB44 の植物免疫における機能解析、日本植物病理学会、2013.3.27-29.岐阜大学 (岐阜)

山田健太、山口公志、石川和也、吉村悠矢、杉下亮丞、加星(岸)光子、高橋章、内橋幸平、多田安臣、市村和也、川崎努、OsCERK1 を介したキチン信号伝達系における OsRLCK2 の機能の解明、日本植物病理学会、2013.3.27-29.岐阜大学 (岐阜)

石川和也、山口公志、坂本一明、村口由一郎、津下誠治、児嶋長次郎、川崎努、植物免疫における OsPUB44 の機能と Xoo3222 による阻害機構、日本植物生理学会、2013.3.21-23. 岡山大学 (岡山)

山口公志、石川和也、山田健太、石濱信明、濱田聡、津下誠治、島本功、吉岡博文、川崎努、OsRLCK2 は OsCERK1 に依存した MAP キナーゼの活性化を制御する、日本植物生理学会、2013.3.21-23. 岡山大学 (岡山)

石川和也、山口公志、坂本一明、村口由一郎、津下誠治、島本功、児嶋長次郎、川崎努、病原菌エフェクターによる新奇の植物免疫阻害機構の解明、平成 24 年度植物感染生理談話会、2012.8.30-9.1. 休暇村近江八幡(滋賀)

山口公志、石川和也、山田健太、石濱信明、濱田聡、高橋章、加星(岸)光子、津下誠治、島本功、吉岡博文、川崎努、病原菌エフェクターの標的である OsRLCK を介したキチンシグナル伝達機構の解明、平成 24 年度植物感染生理談話会、2012.8.30-9.1. 休暇村近江八幡(滋賀)

吉村悠矢、山口公志、石川和也、川崎努、植物免疫における Anamorsin の機能解明、平成 24 年度植物感染生理談話会、2012.8.30-9.1. 休暇村近江八幡(滋賀)

山口公志、山田健太、石川和也、加星(岸)光子、高橋章、林長生、市村和也、島本功、吉岡博文、川崎努、キチン認識受容体 OsCERK1 の相互作用因子 OsRLCK2 を介した MAP キナーゼ活性化機構の解明、第 30 回日本植物分子細胞学会、2012.8.3-5. 奈良先端科学技術大学院大学 (奈良)

② Yamaguchi, K, Yamada, K, Ishikawa, K, Tsuge, S, Ichimura, K, Yoshioka, H, Shimamoto, K, and Kawasaki, T “OsRLCK2 targeted by Xanthomonas Xoo1488 effector regulates MAP kinase cascade activated by OsCERK1-mediated recognition of chitin in rice” XV International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, 2012.7.29-8.2. 京都国際会議場 (京都)

② Ishikawa, K, Yamaguchi, K, Sakamoto, K, Muraguchi, Y, Tsuge, S, Shimamoto, K, Kojima, C, and Kawasaki, T “OsPUB44, a regulator of PAMPs-induced basal resistance, is targeted by type III effector Xoo3222” XV International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, 2012.7.29-8.2. 京都国際会議場 (京都)

③ Yamaguchi, K, Masutani, I, Ishikawa, and Kawasaki, T “OsBPC1 targeted by Xoo1488

effector regulates chitin induced immunity in rice” XV International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, 2012.7.29-8.2. 京都国際会議場 (京都)

②④ 山口公志、川崎努、病原菌エフェクターの標的である OsRLCK を介したキチンシグナル伝達機構、イネ遺伝学・分子生物学ワークショップ、2012. 7.5-6. 奈良県文化会館 (奈良)

②⑤ 石川和也、川崎努、植物免疫における OsPUB44 の機能と病原菌エフェクターによる阻害機構の解析、イネ遺伝学・分子生物学ワークショップ、2012. 7.5-6. 奈良県文化会館 (奈良)

②⑥ Kawasaki, T, Yamaguchi, K, Yamada, K, Ishikawa, K, Tsuge, S, Shimamoto, K, Ichimura, K, and Yoshioka, H “OsRLCK2 targeted by Xanthomonas Xoo1488 effector regulates MAP kinase cascade activated by OsCERK1-mediated recognition of chitin in rice” The Biology of Plant, 77th symposium of Cold Spring Harbor Laboratory, 2012.5.30-6.4. Cold Spring Harbor Laboratory (New York, USA)

②⑦ Ishikawa, K, Yamaguchi, K, Sakamoto, K, Muraguchi, Y, Tsuge, S, Shimamoto, K, Kojima, C and Kawasaki, T “OsPUB44, a regulator of PAMPs-induced basal resistance, is targeted by Xanthomonas type III effector Xoo3222” The Biology of Plant, 77th symposium of Cold Spring Harbor Laboratory, 2012.5.30-6.4. Cold Spring Harbor Laboratory (New York, USA)

②⑧ 山口公志、石川和也、山田健太、石濱信明、濱田聡、津下誠治、島本功、吉岡博文、川崎努、病原菌エフェクターの標的である OsRLCK を介したキチンシグナル伝達機構の解明、日本植物病理学会、2012.3.28-30. 福岡国際会議場 (福岡)

②⑨ 石川和也、山口公志、坂本一明、村口由一郎、津下誠治、島本功、児嶋長次郎、川崎努、植物免疫における OsPUB44 の機能と病原菌エフェクターによる阻害機構、日本植物病理学会、2012.3.28-30. 福岡国際会議場 (福岡)

③⑩ 石川和也、山口公志、坂本一明、村口由一郎、津下誠治、島本功、児嶋長次郎、川崎努、植物免疫における OsPUB44 の機能と Type エフェクター Xoo3222 による阻害機構、第 53 回 日本植物生理学会、2012.3.16-18. 京都産業大学 (京都)

③⑪ 山口公志、石川和也、山田健太、石濱信明、濱田聡、津下誠治、島本功、吉岡博文、川崎努、病原菌エフェクターの標的である OsRLCK を介したキチンシグナル伝達機構の解明、第 53 回 日本植物生理学会、2012.3.16-18. 京都産業大学 (京都)

③⑫ 山口公志、石川和也、石濱信明、古谷綾子、落合弘和、津下誠治、島本功、吉岡博文、川崎努、イネ白葉枯病菌エフェクターの新奇標的因子 OsRLCK2 の解析、平成 23 年度植物病理学会関西西部会、2011.10.1-2. サポートホール高松 (香川)

③⑬ 石川和也、山口公志、古谷綾子、落合弘和、津下誠治、島本功、児嶋長次郎、川崎努、イネ白葉枯病菌エフェクター XopP の標的因子の同定および機能解析、平成 23 年度植物病理学会関西西部会、2011.10.1-2. サポートホール高松 (香川)

③⑭ 山口公志、石川和也、山田健太、吉村悠矢、古谷綾子、落合弘和、津下誠治、川崎努、イネ白葉枯病菌エフェクターの新奇標的因子 OsRLCK2 の解析、第 5 回細菌学若手コロッセウム 2011.8.8-10. 桂浜荘 (高知)

③⑮ 石川和也、山口公志、古谷綾子、落合弘和、津下誠治、島本功、川崎努、イネ白葉枯病菌エフェクター XopP を用いた新規イネ耐病性機構の解明、第 5 回細菌学若手コロッセウム 2011.8.8-10. 桂浜荘 (高知)

③⑯ 吉村悠矢、山口公志、石川和也、川崎努、OsRLCK2 を介した PAMPs 誘導抵抗性の活性化機構の解明、第 3 回高知大学植物健康基礎医学シンポジウム、2011.8.7-8. 高知大学 (高知)

③⑰ 山田健太、山口公志、石川和也、川崎努、病原菌認識機構における OsRLCK2 の機能解明第 3 回高知大学植物健康基礎医学シンポジウム、2011.8.7-8. 高知大学 (高知)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等
近畿大学農学部バイオサイエンス学科・植物分子遺伝学研究室
<http://kawasakirice.web.fc2.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川崎 努 (KAWASAKI, Tsutomu)
近畿大学・農学部・バイオサイエンス学科・教授
研究者番号：90283936