

令和 4 年 5 月 24 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H00939

研究課題名(和文) 子囊菌のアクセサリ染色体の進化・機能の解明と新奇形質転換ベクターとしての利用

研究課題名(英文) Elucidation of the evolution and function of the accessory chromosomes in ascomycete fungi and their application as novel transformation vector

研究代表者

有江 力 (ARIE, Tsutomu)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：00211706

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,000,000円

研究成果の概要(和文)：植物病原性株、非病原性株、生物農薬成分株のように多様な菌株が存在する *F. oxysporum* をモデルとし、菌株間のゲノム比較や遺伝子破壊等によって、キャベツ萎黄病菌等のアクセサリ染色体の構成・機能等を一部解明した。また、キャベツ萎黄病菌やバナナバナマ病菌等のアクセサリ染色体の由来や進化について、染色体喪失株を用いて議論した。また、これらを基に一部の分化型菌株の特異的検出技術を確立した。さらに、*F. oxysporum* に最適化した CRISPR/Cas12a システムを開発、遺伝子機能解析手法を構築するとともに、アクセサリ染色体の新奇の菌類形質転換ベクターとしての利用可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

子囊菌 *Fusarium oxysporum* をモデルとして、ゲノム比較等によって、生育に必要な病原性などに係るアクセサリ領域と考えられる染色体の構成・機能、由来や進化等を一部解明、病原菌の進化やパンデミックの解析につなげた。また、これらを基に、重要植物病原菌等の PCR 等による特異的検出技術を確立、早期検診やその結果に基づく防除につなげた。さらに、*F. oxysporum* のゲノム編集技術を確立、アクセサリ染色体の新奇の菌類形質転換ベクターとしての利用可能性を示した。このように、菌学、植物病理学上重要な知見が得られたばかりでなく、植物の新たな病害のパンデミックの制御に資する知見を得られた。

研究成果の概要(英文)：Using *F. oxysporum*, which has various strains such as phytopathogenic strains, non-pathogenic strains (saprophytic strains), and biological pesticide component strains (useful strains), as a model, we partially elucidated the composition and function of accessory chromosomes of *F. oxysporum*, such as cabbage yellow disease fungus, by genome comparison between strains and gene disruption, etc. The origin and evolution of accessory chromosomes such as cabbage yellows fungus and banana wilt fungus were discussed using chromosome-loss strains. Based on these, we have established a specific detection technique for several strains of *F. oxysporum*. Furthermore, we developed a CRISPR / Cas12a system optimized for *F. oxysporum*, constructed a gene function analysis method, and showed the potential of accessory chromosome as a novel fungal transformation vector.

研究分野：植物病理学

キーワード：子囊菌 *Fusarium oxysporum* アクセサリ染色体(領域) 植物病原性 ベクター ゲノム解析 ゲノム編集

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

菌類(菌界)は真核生物である。動物や植物では種ごとに染色体数が記載されていること、細胞分裂時の染色体の不当分配等で遺伝的障害が発生すること等から、通常、真核生物では、染色体の数や構造は種内で保存的かつ安定であると考えられている。しかしながら、菌類では、生育や生命活動(一次的機能)に必須でないが、保持/不保持によって、病原性や毒素生産等の二次的機能決定に関わる染色体あるいは染色体領域を持つ場合があることが明らかになってきた。

生育や生命活動に必須な「コア染色体」に対して、このような染色体を「アクセサリー染色体」と呼ぶ。例えば、植物病原性子囊菌である、トマト萎凋病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Ma 2010; Inami 2014 等)、キュウリ根腐つる割病菌 *F. oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (van Dam 2017)、トマトアルターナリア茎枯病菌 *Alternaria alternata* tomato pathotype (Akagi 2009) からは、宿主特異性の決定や毒素産生を司るアクセサリー染色体が見出されていた。これらの菌では、アクセサリー染色体喪失株を作出すると、生育・生存には影響が無いが、病原性の喪失や低下を引き起こす(van Dam 2017)。一方、非病原性 *F. oxysporum* 菌株にトマト萎凋病菌のアクセサリー染色体を導入するとトマトに対する病原性を獲得する(Ma 2010)。このように、菌類のアクセサリー染色体は、自律的増殖能は無いものの、プラスミドと同様な働きをされると考えられた。これまで、プラスミドは、原核生物である細菌では普遍的に知られているが、真核生物では菌類の酵母以外で見出された例はない。

「菌類のアクセサリー染色体はどのようにしてでき、どのような機能を持っているのであろうか?」これが本課題の核心をなす学術的な問いである。さらに、「菌類のアクセサリー染色体を子囊菌への機能導入用の新奇形質転換ベクターとして利用できるか?」という問いにも答え、アクセサリー染色体を子囊菌形質転換用のベクターとして利用する技術を確立することを目論んだ。

菌類では、アカパンカビ *Neurospora crassa* で最初にゲノムが解析された(Galagan 2003)。その後、コウジカビ類 *Aspergillus* spp. (Machida 2005) や *Fusarium* 属菌 (Ma 2010) の比較ゲノム解析等のビッグプロジェクトが行われ、研究開始時には多くの菌類のゲノム情報がデータベースで利用できる状況になりつつあった。*F. oxysporum* は、種内に、植物病原性株~動物病原性株~非病原性株(腐生性株)~生物農薬成分株(有用株)のような多様性のある菌株が存在し、良いモデル菌である。

一方、近年の SMRT シーケンシングの普及によって、菌類でも個株ゲノム解析が可能になってきた。さらに、二回相同組換え等によって遺伝子破壊等が比較的容易であった子囊菌においても、この数年、CRISPR/Cas9 システムによる遺伝子破壊や相補のさらなる効率化が報告されている。このように、菌類のゲノム解析、ゲノム編集の手法が急速に進歩しつつあった。

2. 研究の目的

「菌類のアクセサリー染色体はどのようにしてでき、どのような機能を持っているのであろうか?」という問いに対して、植物病原性株~非病原性株(腐生性株)~生物農薬成分株(有用株)のように多様な菌株が存在する *F. oxysporum* をモデルとし、菌株間のゲノム比較やゲノム編集によって、アクセサリー染色体の由来・進化・構成・機能等を解明することを1つの目的とした。さらに、菌類のアクセサリー染色体を子囊菌への機能導入用の新奇形質転換ベクターとして利用する技術、かつ *F. oxysporum* のゲノム編集技術を確立することも目的とした。

3. 研究の方法

(1) アクセサリー染色体の進化・機能の解明

F. oxysporum の植物病原性株、非病原性株、有用株の複数株(2019年度~2020年度で計25株を想定していた)の全ゲノムを解析、比較することで、各株のゲノム上のアクセサリー染色体およびアクセサリー染色体領域を特定・推定した。植物病原性株としては、実際の生産現場で被害が大きい、ナス科、アブラナ科、バショウ科等を宿主とし、その中でも、宿主とする植物種や品種の範囲を異にする菌株を選定、比較した。

パルスフィールドゲル電気泳動による染色体分離法(Ayukawa 2018)等をゲノム解析結果と併せ、各株の染色体数やサイズを確認した。

遺伝子推定解析、オーソログ解析、転移因子解析、GC含量解析等の方法を活用して、各株のアクセサリー染色体の構造を解析した。

コア染色体とアクセサリー染色体の転移因子解析、座乗推定遺伝子のオーソログ解析・GC含量比較、分子系統解析、遺伝子と想定されない部分の相同性解析等によって、アクセサリー染色体の由来を考察するとともに、アクセサリー染色体変異予測を試みた。

染色体喪失・相補実験、CRISPR/Cas9 等による遺伝子破壊・相補実験によって作出した変異株を用い、病原性検定・植物定着能検定・生物防除能検定・植物生育促進能検定・毒素等生産能検定・毒素等分解能検定、および、HiSeq 解析、遺伝子発現解析によって、アクセサリー染色体上の座乗推定遺伝子の機能を解析した。

アクセサリ染色体の構造・機能・特性にあわせた新規ゲノム編集技術を開発、コア染色体では困難と考えられる大規模欠失・再編成技術の構築と遺伝子機能解析のハイスループット化を試みた。

各株のアクセサリ染色体の特異性に基づき、植物病原性株では宿主特異性やレース識別用、生物農薬成分株では動態モニタリング等のための、PCR や LAMP に基づく特異検出技術を確立した（副次的に得られる成果）。

(2) アクセサリ染色体の新奇形質転換ベクターとしての利用

非病原性株が持つアクセサリ染色体はアクセサリ染色体のプロトタイプと考えられるため、CRISPR/Cas9 システム等を用いて大規模に編集、抗生物質代謝マーカークセット、エフェクター、二次代謝産物合成遺伝子カセット等の導入を試みた。さらに、代表者らが独自技術として持つ小型染色体分離技術（Kashiwa 2017）を用い、このアクセサリ染色体を分離、PEG 法、あるいは、共培養法等によって、他の株、さらには、他種菌にこのアクセサリ染色体を導入、新奇の菌類形質転換ベクターとしての利用の可能性を示した。

4. 研究成果

(1) アクセサリ染色体の進化・機能の解明

2019 年度

SMRT シーケンシングによって *F. oxysporum* の植物病原性株等 25 株の全ゲノムを解析、分化型特異的ゲノム領域（アクセサリゲノム領域候補）の推定・特定を、既報のトマト萎凋病菌のゲノム情報との比較、パルスフィールドゲル電気泳動および GTBM 法等によって行った（図 1）。遺伝子推定解析、オーソログ解析、転移因子解析、GC 含量解析等の方法を活用して、各株のアクセサリ染色体領域の構造の解析を開始した。キャベツ萎黄病菌において、薬剤処理で作出した染色体喪失株のゲノム解析を行い、親株と比較、喪失したアクセサリ染色体領域を明らかにした。解析の結果、この染色体領域には、リピート配列が蓄積し、病原性因子であるエフェクターが多く乗していることが確認された。以上の特徴を基に、全ゲノム配列を明らかにした他の菌株においてアクセサリ染色体の推定を開始、これらゲノム領域が真にアクセサリゲノム領域であるかについての確認、ならびに構造上の特徴や機能について解析を進めた。アクセサリ染色体領域の構造・機能・特性にあわせた新規ゲノム編集技術の開発を開始した。各株のアクセサリ染色体領域の特異性に基づき、植物病原性株では宿主特異性やレース識別用、生物農薬成分株では動態モニタリング等のための、PCR や LAMP に基づく特異検出技術の確立を試みた。

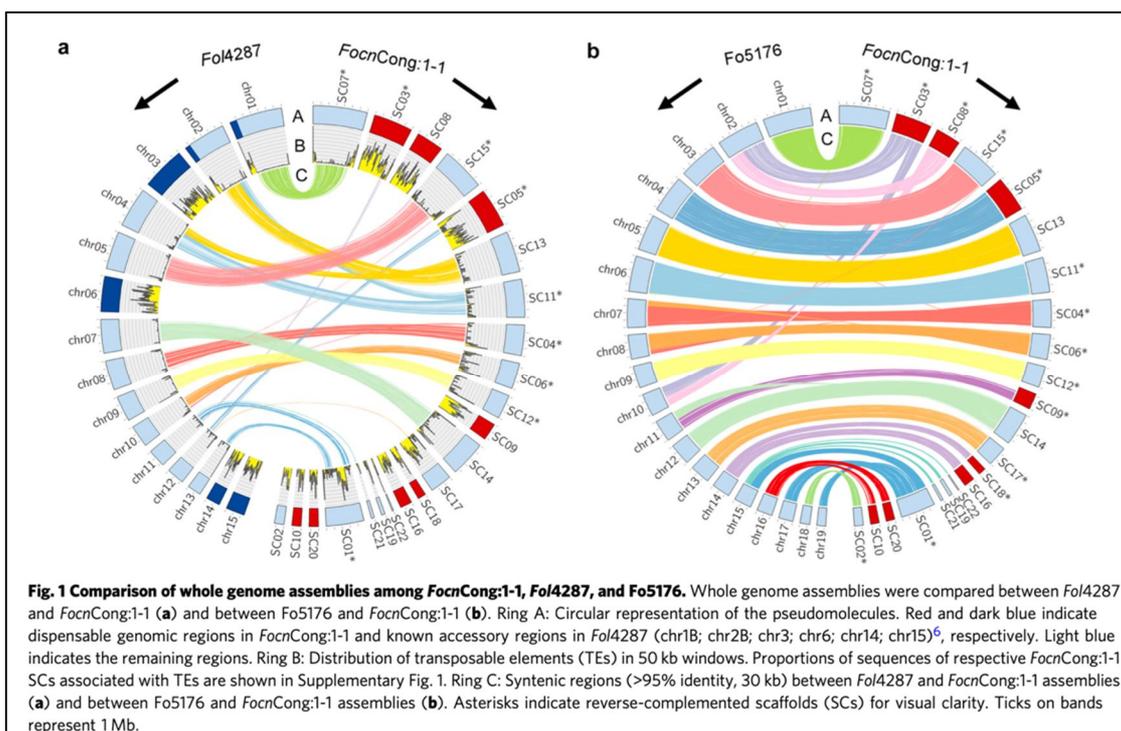


図1 キャベツ萎黄病菌 *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* (*Focn*) Cong:1-1 とトマト萎凋病菌 (*FoI4287*) およびシロイヌナズナに感染性を持つ *Fo5176* のゲノム比較

a *FocnCong:1-1* の赤色で示した部分がアクセサリ染色体領域であることが示唆された。b アブラナ科を宿主とする菌株のアクセサリ染色体は類似する。(Ayukawa *et al.* 2021 より)

2020 年度

SMRT シーケンシングによって、新たにフザリウム属菌計 10 菌株の全ゲノム配列を明らかにした。バナナ萎凋病菌のアクセサリ染色体領域喪失株の作出に成功、病原性の低下を認めた。これらの株の染色体をパルスフィールドゲル電気泳動法等によって解析した。遺伝子推定解析、オ

に染色体編集が可能となった。また人工ミニクロモソームの開発に成功し、水平移動の簡易検出系の確立ならびに推定関連遺伝子の破壊を行った。

2021年度

2020年度に確立した人工ミニクロモソームおよび自立複製プラスミドの特性を調査、本系を用いたDNA水平移動の高感度検出および新規マーカーフリーゲノム編集手法の有用性を示した。アクセサリー染色体領域への2箇所同時切断導入ならびに相同組換え誘導によって、コア染色体では困難と考えられる数百kbに渡る大規模欠失・再編成が可能であることを示した。編集・改変後のアクセサリー染色体は共培養法によって他株に直接導入することが可能であり、新奇の菌類形質転換用ベクターとしての利用可能性を示すことができた。また*F. oxysporum*に最適化したCRISPR/Cas12aシステムを開発し、ツールの構築から破壊株の作出・確認までをシームレスに実行可能なハイスループット遺伝子機能解析手法を構築した。

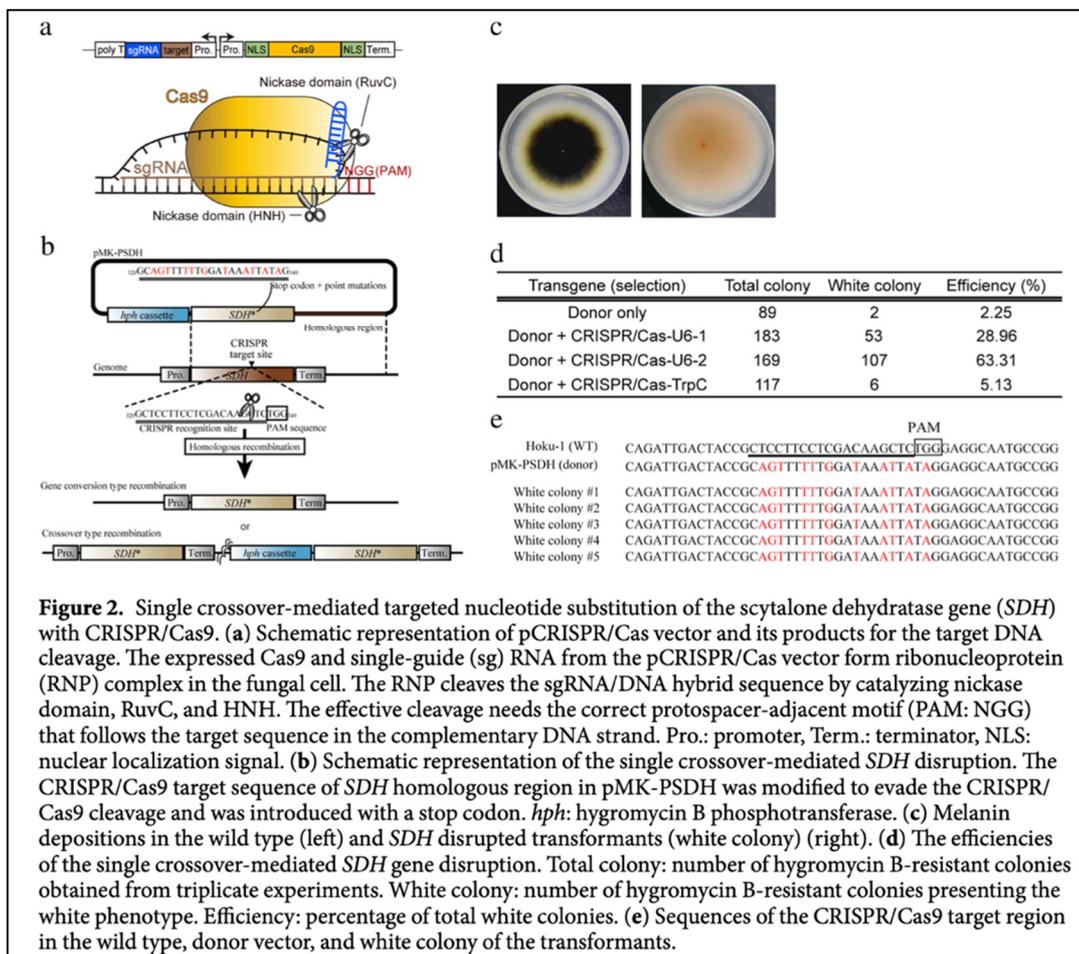


図3 CRISPR/Cas9システムを用いたイネいもち病菌のゲノム編集 (Yamato *et al.* 2019より)。 *F. oxysporum* のゲノム編集の論文は投稿中のため、近縁のイネいもち病菌の論文の図を転載した。

<引用文献>

Akagi Y *et al.* (2009) *J Gen Plant Pathol* **75**:101-109
 Ayukawa Y *et al.* (2018) *J Gen Plant Pathol* **84**:254-261
 Ayukawa Y *et al.* (2021) *Commun Biol* **4**:707
 Galagan JE *et al.* (2003) *Nature* **422**:859-868
 Inami K *et al.* (2014) *PLoS ONE* **7**:e44101
 Kashiwa T *et al.* (2017) *Fungal Genet Biol* **98**:46-51
 Kotera *et al.* (2022) *Microbes Environ* **37**:ME21061
 Ma LJ *et al.* (2010) *Nature* **464**:367-373
 Machida M *et al.* (2005) *Nature* **438**:1157-1161
 van Dam P *et al.* (2017) *Sci Rep* **7**:9042
 Yamato T *et al.* (2019) *Sci Rep* **9**:7427

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 18件）

| | |
|--|---------------------------|
| 1. 著者名 Ayukawa Yu, Asai Shuta, Gan Pamela, Tsushima Ayako, Ichihashi Yasunori, Shibata Arisa, Komatsu Ken, Houterman Petra M., Rep Martijn, Shirasu Ken, Arie Tsutomu | 4. 巻 4 |
| 2. 論文標題 A pair of effectors encoded on a conditionally dispensable chromosome of <i>Fusarium oxysporum</i> suppress host-specific immunity | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Communications Biology | 6. 最初と最後の頁 707 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s42003-021-02245-4 | 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 Pizetta Marilia, Pierozzi Caroline Gerald, Ayukawa Yu, Kashiwa Takeshi, Komatsu Ken, Teraoka Tohru, Arie Tsutomu, Furtado Edson Luiz | 4. 巻 161 |
| 2. 論文標題 Fusariosis in rubber tree: pathogenic, morphological, and molecular characterization of the causal agent | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 European Journal of Plant Pathology | 6. 最初と最後の頁 769 ~ 782 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/S10658-021-02362-0 | 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 Geiser David M.他多数、Arie Tsutomuは4番目 | 4. 巻 111 |
| 2. 論文標題 Phylogenomic Analysis of a 55.1-kb 19-Gene Dataset Resolves a Monophyletic <i>Fusarium</i> that Includes the <i>Fusarium solani</i> Species Complex | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Phytopathology | 6. 最初と最後の頁 1064 ~ 1079 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1094/PHYTO-08-20-0330-LE | 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 Asai Shuta, Ayukawa Yu, Gan Pamela, Shirasu Ken | 4. 巻 34 |
| 2. 論文標題 Draft Genome Resources for Brassicaceae Pathogens <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. raphani and <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. rapae | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Molecular Plant-Microbe Interactions | 6. 最初と最後の頁 1316 ~ 1319 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1094/MPMI-06-21-0148-A | 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 Kotera Shunsuke, Hishiike Masashi, Saito Hiroki, Komatsu Ken, Arie Tsutomu | 4. 巻 37 |
| 2. 論文標題 Differentiation of the Pea Wilt Pathogen <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>pisi</i> from Other Isolates of <i>Fusarium</i> Species by PCR | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Microbes and Environments | 6. 最初と最後の頁 n/a ~ n/a |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME21061 | 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 Okii Tomoka, Yano Kazutaka, Komatsu Ken, Shimomoto Yoshifumi, Arie Tsutomu, Morita Yasuaki | 4. 巻 88 |
| 2. 論文標題 <i>Ophiosphaerella agrostidis</i> causes leaf-sheath rot of <i>Zingiber mioga</i> | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology | 6. 最初と最後の頁 173 ~ 177 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/S10327-022-01060-X | 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 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Arazoe, T., Kuroki, M., Kamakura, T. | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Cell wall-derived acetic acid may serve as an important messenger for metabolic switching-mediated infection-specific cell differentiation in the rice blast fungus | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Fungal Genomics and Biology | 6. 最初と最後の頁 1000163 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 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 荒添貴之 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 植物病原系状菌ゲノム編集技術の開発 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 | 6. 最初と最後の頁 264 ~ 264 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3186/jjphytopath.86.264 | 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 Arazoe Takayuki | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 Development of genome-editing technologies for plant pathogenic fungi | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology | 6. 最初と最後の頁 523 ~ 525 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10327-020-00956-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 - |

| | |
|---|-------------------|
| 1. 著者名 Van Vu Ba, Nguyen Quyet, Kondo-Takeoka Yuki, Murata Toshiki, Kadotani Naoki, Thi Nguyen Giang, Arazoe Takayuki, Ohsato Shuichi, Nakayashiki Hitoshi | 4. 巻 4 |
| 2. 論文標題 Copy number-dependent DNA methylation of the Pyricularia oryzae MAGGY retrotransposon is triggered by DNA damage | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Communications Biology | 6. 最初と最後の頁 351 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-021-01836-5 | 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 Asai Shuta | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 Studies on infection mechanisms of oomycete plant pathogens | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology | 6. 最初と最後の頁 526 ~ 527 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10327-020-00959-7 | 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 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 浅井秀太 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 卵菌綱植物病原菌の感染機構に関する研究 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 Japanese Journal of Phytopathology | 6. 最初と最後の頁 265 ~ 265 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3186/jjphytopath.86.265 | 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 - |

| | |
|---|-------------------|
| 1. 著者名 酒井美沙・小寺俊丞・齊藤大幹・小松 健・有江 力 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 キョウナ萎凋病の病原へのFusarium commune f. sp. rapaeの追加 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 | 6. 最初と最後の頁 167 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 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 - |

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 加藤有紀子・小寺俊丞・齊藤大幹・小松 健・有江 力 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 ミツバおよびコリアンダーから分離したFusarium oxysporum の病原性および分化型に関する考察 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 | 6. 最初と最後の頁 168 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 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 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 鮎川 侑・浅井秀太・Pamela Gan・津島綾子・小松 健・Petra M. Houterman・Martijn Rep・白須 賢・有江 力 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 キャベツ萎黄病菌のSIX8-FocnCong_v001894 遺伝子座はシロイヌナズナへの病原性に関与する | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 | 6. 最初と最後の頁 169-170 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 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 - |

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 島田 峻・小畑祐介・西宮智美・有江 力 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 ベノミル耐性サツマイモつる割病菌のLAMP-FLP法による検出 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 | 6. 最初と最後の頁 176 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 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 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 浅井秀太, 鮎川侑, Gan Pamela, 増田幸子, 有江力, 白須賢 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 比較ゲノム解析を通じたフザリウム分化型解析マーカーの構築と応用 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 | 6. 最初と最後の頁 176-177 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 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 - |

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 斎藤大幹, 荒添貴之, 小寺俊丞, 有江力, 小松健, 有江力 | 4. 巻 86 |
| 2. 論文標題 CRISPR/Cas9系を用いたFusarium属菌でのSIX1およびfgm4-like遺伝子破壊株の作出 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 日本植物病理学会報 | 6. 最初と最後の頁 189 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| 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 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Saito Hiroki, Sasaki Mai, Nonaka Yoko, Tanaka Jun, Tokunaga Tomomi, Kato Akihiro, Thuy Tran Thi Thu, Vang Le Van, Tuong Le Minh, Kanematsu Seiji, Suzuki Tomotaka, Kurauchi Kenichi, Fujita Naoko, Teraoka Tohru, Komatsu Ken, Arie Tsutomu | 4. 巻 87 |
| 2. 論文標題 Spray Application of Nonpathogenic Fusaria onto Rice Flowers Controls Bakanae Disease (Caused by Fusarium fujikuroi) in the Next Plant Generation | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Applied and Environmental Microbiology | 6. 最初と最後の頁 e01959-20 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/AEM.01959-20 | 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 Susilawati Lela, Iwai Noriko, Komatsu Ken, Arie Tsutomu | 4. 巻 153 |
| 2. 論文標題 Antifungal activity of bacteria isolated from Japanese frog skin against plant pathogenic fungi | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Biological Control | 6. 最初と最後の頁 104498 ~ 104498 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biocontrol.2020.104498 | 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 Geiser DM, Al-Hatmi A, Aoki T, Arie T, Balmas V et al. | 4. 巻 Nov 17 |
| 2. 論文標題 Phylogenomic analysis of a 55.1 kb 19-gene dataset resolves a monophyletic <i>Fusarium</i> that includes the <i>Fusarium solani</i> Species Complex | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Phytopathology | 6. 最初と最後の頁 e00810-20 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/PHYTO-08-20-0330-LE | 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 Hpoo May Khaing, Mishyna Maryia, Prokhorov Valery, Arie Tsutomu, Takano Akihito, Oikawa Yosei, Fujii Yoshiharu | 4. 巻 12 |
| 2. 論文標題 Potential of Octanol and Octanal from <i>Heracleum sosnowskyi</i> Fruits for the Control of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Sustainability | 6. 最初と最後の頁 9334 ~ 9334 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/su12229334 | 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 Yamato Tohru, Handa Ai, Arazoe Takayuki, Kuroki Misa, Nozaka Akihito, Kamakura Takashi, Ohsato Shuichi, Arie Tsutomu, Kuwata Shigeru | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Single crossover-mediated targeted nucleotide substitution and knock-in strategies with CRISPR/Cas9 system in the rice blast fungus | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Scientific Reports | 6. 最初と最後の頁 7427 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-43913-0 | 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 Nozaka Akihito, Nishiwaki Ayaka, Nagashima Yuka, Endo Shogo, Kuroki Misa, Nakajima Masahiro, Narukawa Megumi, Kamisuki Shinji, Arazoe Takayuki, Taguchi Hayao, Sugawara Fumio, Kamakura Takashi | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Chloramphenicol inhibits eukaryotic Ser/Thr phosphatase and infection-specific cell differentiation in the rice blast fungus | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Scientific Reports | 6. 最初と最後の頁 9283 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-41039-x | 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 Kuroki Misa, Shiga Yuriko, Narukawa-Nara Megumi, Arazoe Takayuki, Kamakura Takashi | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 Extremely Low Concentrations of Acetic Acid Stimulate Cell Differentiation in Rice Blast Fungus | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 iScience | 6. 最初と最後の頁 100786 ~ 100786 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2019.100786 | 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 Asai Shuta, Ayukawa Yu, Gan Pamela, Masuda Sachiko, Komatsu Ken, Shirasu Ken, Arie Tsutomu | 4. 巻 8 |
| 2. 論文標題 High-Quality Draft Genome Sequence of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> Strain 160527, a Causal Agent of Panama Disease | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements | 6. 最初と最後の頁 e00654-19 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.00654-19 | 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 Arie Tsutomu | 4. 巻 44 |
| 2. 論文標題 Fusarium diseases of cultivated plants, control, diagnosis, and molecular and genetic studies | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Pesticide Science | 6. 最初と最後の頁 275 ~ 281 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1584/jpestics.J19-03 | 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 有江力 | 4. 巻 56 |
| 2. 論文標題 子囊菌 <i>Fusarium oxysporum</i> の多様性、および、ゲノム解析で近年明らかになってきたこと | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 温故知新 | 6. 最初と最後の頁 109-114 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| 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37件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 7件）

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 荒添貴之 |
| 2. 発表標題 微生物でのゲノム編集 細菌・真菌・微細藻類 |
| 3. 学会等名 日本ゲノム編集学会第6回大会（招待講演） |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 有江 力 |
| 2. 発表標題 フザリウム菌のゲノムと病原性 |
| 3. 学会等名 植物微生物研究会 第 30 回研究交流会（招待講演） |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Arie T |
| 2. 発表標題 Invasive soilborne Fusarium diseases |
| 3. 学会等名 5th International Conference of Science and Engineering（招待講演）（国際学会） |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小寺俊丞・菱池政志・齊藤大幹・ChenSarina・小松健・有江力 |
| 2. 発表標題 土壌伝染性 <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>pisi</i> のエフェクター候補遺伝子の発現解析 |
| 3. 学会等名 日本土壌微生物学会2021年度 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ayukawa Y., Gan P., Tsushima A., Komatsu K., Houterman P.M., Rep M., Shirasu K., Arie T., Asai S. |
| 2. 発表標題 A pair of effectors encoded on a conditionally dispensable chromosome of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i> suppress Arabidopsis-specific immunity |
| 3. 学会等名 The International Society for Molecular Plant Microbe Interactions (IS-MPMI) Congress: eSymposia (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 喜多光徹, 内田百岳, 寺岡徹, 有江力, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 イネいもち病菌 (<i>Pyricularia oryzae</i>) における交配関連遺伝子の発現解析 |
| 3. 学会等名 第20回糸状菌分子生物学コンファレンス |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 内田百岳, 吉田咲希, 喜多光徹, 有江力, 寺岡徹, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 イネいもち病菌における雌性不稔性遺伝子としてのPro1の同定 |
| 3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山崎真也, 新門想太, 浅井秀太, 有江力, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 ハウレンソウ萎凋病菌およびダイコン萎黄病菌におけるゲノム編集手法の確立 |
| 3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 浅井秀太, 高橋一平, 鮎川侑, 増田幸子, 白須賢 |
| 2. 発表標題 ダイコン萎黄病菌の病原性染色体の同定 |
| 3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小寺俊丞, 齊藤大幹, 小松健, 有江力 |
| 2. 発表標題 エンドウ萎凋病菌の比較ゲノム解析とRNA-seqによるエフェクター候補遺伝子の抽出 |
| 3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 齊藤大幹・小寺俊丞・浅井秀太・小松健・有江力 |
| 2. 発表標題 トマト萎凋病菌の系統分岐群間のアクセサリー染色体領域の比較 |
| 3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 戸畑幸治・加藤有紀子・小寺俊丞・齊藤大幹・小松健・有江力 |
| 2. 発表標題 ペノミル処理によって生じたミツバ株枯病菌の病原性低下株 |
| 3. 学会等名 令和4年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| | |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | Asai S., Ayukawa Y., Gan P., Tsushima A., Komatsu K., Houterman P.M., Rep M., Arie T. and Shirasu K. |
| 2. 発表標題 | A pair of effectors involving in suppression of Arabidopsis-specific immunity are conserved in Arabidopsis-infecting <i>Fusarium oxysporum</i> |
| 3. 学会等名 | 第62回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 | 2021年 |

| | |
|---------|----------------------------|
| 1. 発表者名 | 山崎愛美, 鮎川侑, 増田幸子, 白須賢, 浅井秀太 |
| 2. 発表標題 | ハウレンソウ萎凋病菌の病原性染色体の同定 |
| 3. 学会等名 | 令和3年度植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 | 2021年 |

| | |
|---------|----------------------------------|
| 1. 発表者名 | 内田百岳, 喜多光徹, 有江力, 寺岡徹, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 | イネいもち病菌における雌性不稔性の原因遺伝子の探索 |
| 3. 学会等名 | 糸状菌分子生物学研究会若手の会 第8回ワークショップ |
| 4. 発表年 | 2020年 |

| | |
|---------|---|
| 1. 発表者名 | 喜多光徹, 内田百岳, 寺岡徹, 有江力, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 | 稔性イネいもち病菌 (<i>Pyricularia oryzae</i>) における雌性不稔性への不可逆的進化 |
| 3. 学会等名 | 糸状菌分子生物学研究会若手の会 第8回ワークショップ |
| 4. 発表年 | 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 内田百岳, 吉田咲希, 喜多光徹, 有江力, 寺岡徹, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 イネいもち病菌における雌性不稔性の原因遺伝子の探索 |
| 3. 学会等名 令和3年度 日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 喜多光徹, 内田百岳, 有江力, 寺岡徹, 森昌樹, 神田恭和, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 イネいもち病菌 (<i>Pyricularia oryzae</i>) における交配関連遺伝子の機能解析 |
| 3. 学会等名 令和3年度 日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 松井美樹, 小寺俊丞, 小松 健, 有江 力 |
| 2. 発表標題 バナナバナナ病菌 <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> の染色体部分喪失にともなう病原性の低下 |
| 3. 学会等名 令和3年度 日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小寺俊丞, Chen Sarina, 菱池政志, 小松 健, 有江 力 |
| 2. 発表標題 エンドウ栽培圃場における萎凋病菌の特異識別および圃場の菌叢解析 |
| 3. 学会等名 令和3年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Arie T |
| 2. 発表標題 New Eras in Plant Pathology: International Year of Plant Health (IYPH2020), incorporation of PSJ, and research reform directed by genomic studies |
| 3. 学会等名 The 2020 KSPP Conference & International Special Symposium (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 浅井秀太, 鮎川侑, Gan Pamela, 増田幸子, 有江力, 白須賢 |
| 2. 発表標題 比較ゲノム解析を通じたフザリウム分化型解析マーカーの構築と応用 |
| 3. 学会等名 令和2年度植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 浅井秀太, 鮎川侑, 増田幸子, 有江力, 白須賢 |
| 2. 発表標題 比較ゲノム解析を通じたフザリウム分化型解析マーカーの構築 |
| 3. 学会等名 令和元年度植物病理学会関東部会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 浅井秀太 |
| 2. 発表標題 圃場病原ゲノミクス -土壌診断法の開発にむけて- |
| 3. 学会等名 第 12 回フザリウム研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 荒添貴之 |
| 2. 発表標題 生命の設計図を操作するゲノム編集：神の領域？悪魔の技術？ |
| 3. 学会等名 明治大学科学技術研究所 公開講演会「ゲノム編集：何が出来るか、その原理と活用方法」（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Arazoe, T., Hiraoka, D., Murochi, S., Kiguchi, K., Tanaka, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Arie, T., Kuwata, S., Chuma, S., Ohsato, S., Tosa, Y., Kamakura, T. |
| 2. 発表標題 DNA double-strand breaks mediated ectopic recombination between solo-long terminal repeats triggered pathogenic changes and genome rearrangement in the rice blast fungus |
| 3. 学会等名 IS-MPMI 2019 XVIII International Congress on Molecular Plant-Microbe Interaction (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 喜多光徹, 内田百岳, 藤ヶ崎礼夏, 小西高裕, 寺岡徹, 有江力, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 イネいもち病菌 (<i>Pyricularia oryzae</i>) における交配型決定領域の機能解析 |
| 3. 学会等名 第19回糸状菌分子生物学コンファレンス |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Arazoe, T., Murochi, S., Hiraoka, D., Kiguchi, K., Tanaka, T., Sakuma, T., Yamamoto, T., Arie, T., Kuwata, S., Chuma, S., Ohsato, S., Tosa, Y., Kamakura, T. |
| 2. 発表標題 Ectopic recombination between solo-long terminal repeats triggered pathogenic changes and genome rearrangement in the rice blast fungus |
| 3. 学会等名 15th European Conference on Fungal Genetics (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Uchida, M., Kita, K., Fugjigasaki, A., Konishi, T., Arie, T., Teraoka, T., Arazoe, T., Kamakura, T. |
| 2. 発表標題 Exploration of the genetic cause of female sterility in the rice blast fungus |
| 3. 学会等名 15th European Conference on Fungal Genetics (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 新門想太, 斎藤大幹, 小寺俊丞, 有江力, 荒添貴之, 鎌倉高志 |
| 2. 発表標題 トマト萎凋病菌におけるCRISPR/Cas9およびゲノム編集系の確立 |
| 3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 斎藤大幹, 荒添貴之, 小寺俊丞, 有江力, 小松健, 有江力 |
| 2. 発表標題 CRISPR/Cas9系を用いたFusarium属菌でのSIX1およびfgm4-like遺伝子破壊株の作出 |
| 3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Arie T |
| 2. 発表標題 Introduction of Region X of International Association for the Plant Protection Sciences (IAPPS), and Trends in Research of Biofungicides in Japan |
| 3. 学会等名 International Symposium on Biocontrol and Integrated Pest Management for Crop Protection and Trade Facilitation (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 加藤有紀子・小寺俊丞・齊藤大幹・小松 健・有江 力 |
| 2. 発表標題 ミツバおよびコリアンダーから分離した <i>Fusarium oxysporum</i> の病原性および分化型に関する考察 |
| 3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 酒井美沙・小寺俊丞・齊藤大幹・小松 健・有江 力 |
| 2. 発表標題 キョウナ萎凋病の病原への <i>Fusarium commune</i> f. sp. <i>rapae</i> の追加 |
| 3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鮎川 侑・浅井秀太・Pamela Gan・津島綾子・小松 健・Petra M. Houterman・Martijn Rep・白須 賢・有江 力 |
| 2. 発表標題 キャベツ萎黄病菌のSIX8- FocnCong_v001894 遺伝子座はシロイヌナズナへの病原性に関与する |
| 3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鳥田 峻・小畑祐介・西宮智美・有江 力 |
| 2. 発表標題 ペノミル耐性サツマイモつる割病菌のLAMP-FLP法による検出 |
| 3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 小寺俊丞・菱池政志・小松 健・有江 力 |
| 2. 発表標題 LAMP法を用いたエンドウ萎凋病菌の特異識別および汚染土壌からの検出 |
| 3. 学会等名 日本土壌微生物学会2019年大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計6件

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Arazoe T (ed by Jacob S) | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 Methods Mol. Biol. (Springer Nature) | 5. 総ページ数 244 |
| 3. 書名 Magnaporthe oryzae: Methods and Protocols (Methods in Molecular Biology): Chapter 12: Genome editing using CRISPR/Cas9 system in the rice blast fungus | |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 荒添貴之 | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 シーエムシー出版 | 5. 総ページ数 240 |
| 3. 書名 最新のゲノム編集技術と用途展開 第11章 糸状菌におけるゲノム編集技術開発 | |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 荒添貴之 | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 技術情報協会 | 5. 総ページ数 602 |
| 3. 書名 ゲノム編集技術を応用した製品開発とその実用化 研究開発動向・課題解決策・技術予測と市場展望 第7章 11節 植物病原菌研究を効率化するゲノム編集技術の開発;産業応用と今後の課題 | |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Arazoe T | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 Elsevier | 5. 総ページ数 229 |
| 3. 書名 Progress in Molecular Biology and Translational Science 181, Reprogramming the Genome (ed by Mani I, Arazoe T, Singh V): Applications of CRISPR-Cas in Non-mammalian Systems Part A, Chapter Six: CRISPR-based pathogenic fungal genome editing for control of infection and disease | |

| | |
|---------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 夏秋啓子、根岸寛光、夏秋知英他 | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 農山漁村文化協会 | 5. 総ページ数 216 |
| 3. 書名 植物病理学の基礎 | |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 荒添貴之 | 4. 発行年 2019年 |
| 2. 出版社 羊土社 | 5. 総ページ数 386 |
| 3. 書名 完全版 ゲノム編集実験スタンダード：2-9. 糸状菌でのゲノム編集 | |

〔出願〕 計2件

| | | |
|-------------------------------------|--------------|------------------------|
| 産業財産権の名称 特許 | 発明者 浅井秀太他 | 権利者 国立研究開発法人 理化学研究所 |
| 産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2021/041612 | 出願年 2021年 | 国内・外国の別 外国 |

| | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------|
| 産業財産権の名称 病原ゲノミクスによるフザリウム菌土壌診断法 | 発明者 浅井秀太他 | 権利者 国立研究開発法人 理化学研究所 |
| 産業財産権の種類、番号 特許、2020-188346 | 出願年 2020年 | 国内・外国の別 国内 |

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

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 |
|-------|--|--|----|
| 研究分担者 | 浅井 秀太 (Asai Shuta) (30723580) | 国立研究開発法人理化学研究所・環境資源科学研究センター・上級研究員 (82401) | |
| 研究分担者 | 荒添 貴之 (Arazoe Takayuki) (40749975) | 東京理科大学・理工学部応用生物科学科・講師 (32660) | |

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 |
|---------|---------|
| | |