

令和 4 年 6 月 16 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：2016～2020

課題番号：16H06435

研究課題名（和文）ウイルス潜在感染による植物への環境ストレス耐性付与と生態系の恒常性維持の基盤解析

研究課題名（英文）Basic analysis of environmental stress tolerance to plants and maintenance of ecosystem homeostasis due to persistent virus infection

研究代表者

高橋 英樹（TAKAHASHI, Hideki）

東北大学・農学研究科・教授

研究者番号：20197164

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 88,900,000円

研究成果の概要（和文）：近年、自然界の様々な植物の中には、ゲノム上にウイルスゲノムと相同の塩基配列を保有したり、ウイルスの不顕性感染していることが明らかになってきた。本研究では、植物に明瞭な病徴を示さずに感染しているウイルスが、植物の生命活動に果たす役割と具体的な分子基盤を解明した。その成果、ウイルスの不顕性感染により、宿主遺伝子のプロモーター領域のシトシンメチル化/脱メチル化レベルが変動を介して環境ストレスへの耐性に寄与することを示した。さらに、宿主ゲノムに存在するウイルスゲノムの発現が、花の模様を変化させることを明らかにした。これらの知見は、植物の生命活動におけるウイルスの役割に新たな知見を提供する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自然界では、植物が病徴を示すことなくウイルスに不顕性感染している例が知られており、本来ウイルスと宿主植物は共生に近い相互関係であったが、農業という行為により、病原体としてウイルスが顕在化したとの認識がされている。本研究では、病原体としてのウイルスという発想を転換し、自然界の野生植物や栽培作物に明瞭な病徴を示さずに感染しているウイルスに焦点をあて、植物の生命活動を制御するウイルスの役割とその具体的な分子基盤を解明する。本研究から得られる知見は、植物の生命現象におけるウイルスの新たな役割と意義が明らかにし、ウイルス生態システム制御学（=ネオウイルス学）という新たな学術分野の創出及び発展に貢献する。

研究成果の概要（英文）：In recent years, it has become clear that various plants in the natural world have a base sequence homologous to the viral genome on the genome and that the virus is persistently infected. In this study, we elucidated the role and specific molecular basis of viruses that infect plants without showing clear symptoms in their vital activities. As a result, it was shown that the cytosine methylation/demethylation level of the promoter region of the host gene contributes to resistance to environmental stress through fluctuations due to persistent infection of the virus. Furthermore, it was clarified that the expression of the viral genome existing in the host genome changes the flower pattern. These findings provide new insights into the role of viruses in plant life activities.

研究分野：植物病理学

キーワード：植物ウイルス 不顕性感染 ネオウイルス学

1. 研究開始当初の背景

近年の研究から、植物のゲノム上には、ウイルスゲノムと相同の塩基配列が散在することや、エンドルナウイルスなどの自己複製型内在性 2 本鎖 RNA が多様な植物種に潜在感染していることが明らかになっている。さらに最近のバイローム解析により、多年生の植物を含め自然界の様々な植物の中には、ウイルスが潜在感染していることが明らかになってきた。しかし、これらの内在性ウイルスエレメントやウイルスが、植物の生命活動にどのような機能を果たしているのかについては、極めて限られた知見が報告されているのみであり、地球生態系に存在する約 30 万種の植物の生命活動におけるウイルスの役割は、まったく未知であると言わざるをえない。本計画研究では、病原体としてのウイルスという発想を転換し、自然界の野生植物や栽培作物に明瞭な病徴を示さずに感染しているウイルスに焦点をあて、宿主植物、ウイルス、内生菌・根圏生息菌群集を包括して超植物体として捉え、植物の生命活動を制御するウイルスの役割とその具体的な分子基盤を解明する。本研究から得られる知見は、植物に感染しているウイルスの自然界における存在意義の理解につながり、本領域で提案する「ウイルス生態システム制御学」(=『ネオウイルス学』)という新たな学術分野の創出及び発展に貢献する。

2. 研究の目的

本計画研究では、(a)自然界の野生植物や栽培作物において、明瞭な病徴を示さずに不顕性感染しているウイルスに焦点をあて、その性状解析と植物の生命活動における役割を明らかにする。次に、(b)ウイルス感染により制御されることが明らかになった植物の生理現象の分子基盤を解明するため、感染植物のオミックス解析、同現象に関わる宿主遺伝子の破壊・過剰発現による表現型の変化を解析する。さらに、(c)ウイルス不顕性感染植物において、植物体の生命活動を制御するウイルスの役割とその具体的な分子基盤を解明することにより、新学術領域研究「ネオウイルス学」の推進に貢献する。

3. 研究の方法

近年のバイローム解析の結果、キュウリモザイクウイルス(CMV)など宿主範囲の広いウイルスが野生植物や栽培作物への不顕性感染や、ウイルスゲノム配列の一部または全長が宿主植物のゲノムに組み込まれていることが報告されていることから、それら植物に不顕性感染しているウイルスを単離し、性状を解析する(課題 1)。さらに、同ウイルスが不顕性感染した植物の環境ストレス耐性を評価する(課題 2)。加えて、宿主ゲノム中に存在するウイルス相同配列が植物の生存に与える影響を解析する(課題 3)。これら課題 1~3 を研究するための具体的方法を以下に示す。

課題 1：不顕性感染ウイルスの単離と性状解析

- (1) 病徴を示していない野生植物や栽培作物から 1 本鎖 RNA ウイルスを網羅的に単離・同定する。
- (2) 広い宿主範囲を持つ CMV を多年生草本植物 [モデル植物であるシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*)に近縁のハクサンハタザオ(*A. halleri*)] から単離し、性状を解析する。
- (3) 不顕性感染を決定しているウイルス遺伝子を同定する。

課題 2：ウイルスが不顕性感染した植物の環境ストレス耐性評価

- (1) ウイルスが不顕性感染した植物と非感染植物(コントロール)の遺伝子発現(mRNA と miRNA トランスクリプトーム解析とプロテオーム解析)を比較解析し、ウイルスの不顕性感染が宿主植物の遺伝子発現に与える影響を明らかにする。
- (2) 感染植物の茎頂組織培養により潜在・不顕性ウイルスを除去した植物を作出する。
- (3) ウイルスが不顕性感染した植物と非感染植物(コントロール)における環境ストレス耐性解析する。

課題 3：宿主ゲノム中に存在するウイルス相同配列が植物の生存に与える影響を解析

- (1) 植物に高温などのストレス処理後、バイローム解析で内在性ウイルスを検出。
 - (2) 宿主ゲノム中のウイルス相同配列から誘導されたウイルスを単離・同定する。
 - (3) ウイルス相同配列由来ウイルスの増殖が植物の生育に与える影響を解析する。
- 以上の研究を取りまとめ、ウイルスが植物の生命活動に及ぼす影響と機能およびそのメカニズムについて新たな知見を得る。

4. 研究成果

(1) 不顕性感染 CMV の単離と性状解析

- ① ハクサンハタザオに不顕性感染している cucumber mosaic virus (CMV)の単離と全塩基配列の決定および病徴の解析：ハクサンハタザオは中・高山地帯に生息する野生植物であり、CMV が潜在感染しているという報告がある。本研究では、その感染の有無を調査し、ウイルスの単離と解析を行った。宮城県北部にある鉱山跡地の 2 km 四方 5 地点から採集した約 200 個体について、ウエスタンプロット法により CMV の検出を行い、5 個体から明瞭な感染が確認された。同感染個体葉片の摩砕液を *Nicotiana benthamiana* に接種して増殖させ、CMV 特異的なプライマーで RT-PCR 増幅された cDNA の塩基配列をダイレクトシーケン

ス法により決定した。その結果を既知の CMV 系統 (Y, L, O) と比較したところ、アミノ酸レベルでそれぞれ 96-99%、97-99%、97-99%、塩基レベルでそれぞれ 91-98%、92-96%、92-99% の相同性を示した。このことから単離した CMV-Ho はサブグループ I に属すると予想される。また、得られたウイルスを CMV に感染していないハクサンハタザオに接種したところ、病徴を示さずに感染することが確認された。本 CMV 分離株を CMV(Ho) 系統と命名した。

- ② シロイヌナズナへの不顕性感染に関わる CMV 因子の解析：ハクサンハタザオから単離された CMV(Ho) 系統は、シロイヌナズナ ecotype Col-0 にも不顕性感染した。CMV(Ho) と病原性系統 CMV(Y) の間でウイルスゲノム RNA を相互に交換して作出した reassortant CMV シリーズに対するシロイヌナズナの応答解析から、CMV(Ho) の RNA2 が不顕性感染に関与することが明らかになった。RNA2 がコードするタンパク質 2a と 2b 領域を CMV(Ho) と CMV(Y) の間で相互に置換したキメラウイルスを作出し、シロイヌナズナの応答を解析したところ、2b タンパク質のコード領域が CMV(Ho) に由来するウイルスは、シロイヌナズナに不顕性感染したことから、CMV(Ho) の RNA2 がコードする 2b タンパク質が、不顕性感染関与している可能性が考えられた。
- ③ CMV(Ho) 不顕性感染シロイヌナズナは病徴を示さないが、植物の age を変化させて CMV を不顕性感染させて葉、茎、根などの生育を解析したところ、CMV の不顕性感染により、側根分化の抑制と主根伸長の促進が認められた。また、CMV 不顕性感染により老化が遅延する傾向が認められた。CMV(Ho) 不顕性感染シロイヌナズナでは、ウイルスが感染する宿主植物の age に依存して、生育に変化が生じることが明らかになった。

(2) CMV 不顕性感染したシロイヌナズナの遺伝子発現変動と環境ストレス耐性評価

- ① CMV に不顕性感染したシロイヌナズナにおける RNA-seq 解析：CMV(Ho) に不顕性感染したシロイヌナズナ葉および緩衝液接種葉から単離した RNA を用いて RNA-seq 法により転写 RNA を比較解析し、さらに発現変動した遺伝子産物について gene ontology (GO) による機能推定を行ったところ、CMV(Ho) 感染により発現変動が認められた遺伝子の多くは、環境ストレス応答遺伝子にアノテーションされた。さらに、環境ストレスに応答して発現変動する既報の遺伝子を統合したデータベース Arabidopsis eFP Browser を用いて解析したところ、種々の環境ストレスに共通して発現変動する遺伝子に加え、温度ストレスに応答する遺伝子が、CMV(Ho) 感染においても発現変動していた。したがって、CMV 不顕性感染植物では、病徴を示さないにもかかわらず遺伝子発現が変動していることが明らかになった。
- ② CMV2b タンパク質-AGO タンパク質相互作用解析：CMV RNA2 がコードする 2b タンパク質内の 2 アミノ酸置換が、CMV(Ho) の不顕性感染を決定していることが明らかになった。これまでの研究から 2b タンパク質は、宿主の argonaute 1 (AGO1) タンパク質と直接相互作用することにより、植物のウイルス防御システムである RNA サイレンシングを抑制し、感染を成立させることが知られている。2 アミノ酸置換をもつ CMV(Ho)2b タンパク質と相互作用する AGO タンパク質 (シロイヌナズナゲノムには 10 コピーの AGO が存在) を免疫共沈法により解析したところ、CMV(Ho)2b タンパク質は、AGO1 タンパク質とは結合せず、AGO4 タンパク質との結合が確認された。AGO4 は、宿主ゲノム DNA のシトシンのメチル化レベルの制御に関与することが知られているため、CMV(Ho) 不顕性感染植物では、健全植物の全ゲノムのシトシンメチル化レベルが変化している可能性が考えられた (図参照)。
- ③ CMV2b 遺伝子形質転換シロイヌナズナにおけるゲノム DNA のシトシンメチル化レベルの変動：Whole genome bisulfite sequencing により CMV(Ho) 不顕性感染植物と非感染植物の全ゲノムのシトシンメチル化レベルを比較したところ、不顕性感染植物では、プロモーター領域に限定してみても 82 遺伝子でプロモーター領域のシトシン脱メチル化が生じていた。82 遺伝子の中の 2 遺伝子：DOF1.7 と CBP1 のプロモーター配列のシトシン脱メチル化促進レベルの定量的解析を行った。パイサルファイト処理した CMV(Ho)2b 形質転換シロイヌナズナおよび非形質転換シロイヌナズナのゲノムを鋳型とし、同プロモーター領域約 500bp およびコントロールとして MEA-ISR 遺伝子領域約 300bp を PCR 増幅・クローニングした。それぞれ 10 クローンの塩基配列からシトシンメチル化/脱メチル化レベルを解析したところ、MEA-ISR ではメチル化シトシンレベルが変化しないのに対し、DOF1.7 プロモーター配列のメチル化シトシンの約 40% が、CBP1 プロモーター配列では 90% 以上が CMV(Ho)2b 形質転換シロイヌナズナで脱メチル化していた。以上の結果から、CMV(Ho) の不顕性感染は、植物の形態や生育に明瞭な影響を与えないものの、宿主の遺伝子発現をエピジェネティックに修飾している可能性が考えられた (図参照)。
- ④ CMV(Ho) に不顕性感染した植物における遺伝子プロモーター領域のシトシンメチル化と塩ストレスによる遺伝子発現変動の相関：CMV(Ho) に不顕性感染したシロイヌナズナにおける両遺伝子の発現を解析した。その結果、葉において DOF1.7 の発現が低下し、主根において CBP1 の発現が上昇していた。さらに、塩ストレス処理により、DOF1.7 の発現低下と CBP1 の発現上昇が、さらに促進された。CMV(Ho) 不顕性感染シロイヌナズナは、非感染シロイヌナズナと比較して塩ストレス耐性を示したことから、CMV(Ho) 不顕性感染によるプロモーター領域の脱メチル化を介した遺伝子発現変動が、塩ストレス耐性の増強と関連している可能性が考えられた。

- (3) 星咲きペチュニアの花の模様の変化は、ペチュニアのゲノム中に組み込まれているウイルスゲノム DNA がウイルスとして自立増殖することにより引き起こされる
- ① ペチュニアには、ゲノム中に petunia vein clearing virus (PVCV)のゲノム DNA が組み込まれた品種が存在する。同品種は、色素 (アントシアニン) 合成酵素 *CHS* 遺伝子の RNA サイレンシングによる発現抑制に起因する二色性の花卉 (赤紫と白) を形成するが、長期間栽培により、花卉の白色部分が赤紫色に変化することを見出した。
 - ② 白色部分が赤紫色に変化した花卉組織では、ペチュニアのゲノム内に存在する内在性の PVCV 配列に由来する転写産物(mRNA)や、転写産物から逆転写された episomal DNA が検出された。
 - ③ 白色部分が赤紫色に変化した花卉組織では、内在性の PVCV 配列のプロモーター領域 DNA の CG メチル化が低下していたことから、プロモーター領域の DNA メチル化の低下が PVCV の活性化を誘導したことが推察された。
 - ④ 一般的に、植物ウイルスは、宿主のウイルス防御システムである RNA サイレンシングを抑制するサブレッサー(RSS)をコードしている。したがって、赤紫色に変化した花卉組織から検出された episomal PVCV DNA は、内在性 PVCV 配列から複製・増殖したウイルス(PVCV)であり、PVCV がコードしている RSS が、宿主の *CHS* 遺伝子の RNA サイレンシングによる発現抑制を解除することにより、花卉組織が赤紫色に変化したことが示唆された (図参照)。

(4) その他のウイルスの不顕性感染による植物機能の変化

- ① トマト品種に不顕性感染している southern tomato virus (STV)を見出し、自殖後代から STV が不顕性感染している個体と非感染個体を選抜することができた。
- ② RNA-seq 法による網羅的遺伝子発現解析から、STV 不顕性感染個体では、エチレン合成やエチレン応答性遺伝子の発現が低下していることが明らかになった。
- ③ STV 非感染個体と比較して、STV 不顕性感染個体では、着果数が増加する傾向が認められた (図参照)。
- ④ 米国テキサス A&M 大学およびその周辺の地域で収穫され市場に流通しているメロン果実に、高頻度で tobacco ring spot virus (TRSV)が不顕性感染していることを見出した。TRSV が不顕性感染することによる宿主メロンの環境ストレス耐性に及ぼす影響については今後の研究課題である (図参照)。

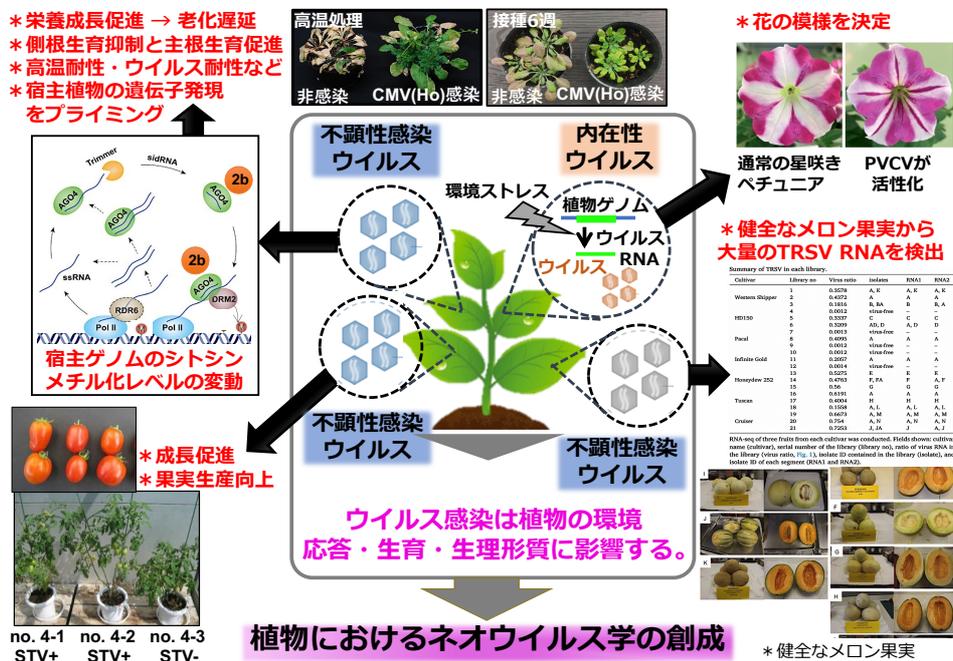


図 研究成果の概要

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計42件（うち査読付論文 41件 / うち国際共著 27件 / うちオープンアクセス 27件）

1. 著者名 Takahashi Hideki, Tabara Midori, Miyashita Shuhei, Ando Sugihiro, Kawano Shuichi, Kanayama Yoshinori, Fukuhara Toshiyuki, Kormelink Richard	4. 巻 12
2. 論文標題 Cucumber Mosaic Virus Infection in Arabidopsis: A Conditional Mutualistic Symbiont?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 Article 770925
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2021.770925	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 Abebe Derib A., van Bentum Sietske, Suzuki Machi, Ando Sugihiro, Takahashi Hideki, Miyashita Shuhei	4. 巻 4
2. 論文標題 Plant death caused by inefficient induction of antiviral R-gene-mediated resistance may function as a suicidal population resistance mechanism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 Article 947
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-021-02482-7	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 Sasaki Ryota, Miyashita Shuhei, Ando Sugihiro, Ito Kumiko, Fukuhara Toshiyuki, Takahashi Hideki	4. 巻 13
2. 論文標題 Isolation and Characterization of a Novel Jumbo Phage from Leaf Litter Compost and Its Suppressive Effect on Rice Seedling Rot Diseases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Viruses	6. 最初と最後の頁 591 ~ 591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/v13040591	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 Tabara Midori, Nagashima Yukihiro, He Kai, Qian Xiaoning, Crosby Kevin M., Jifon John, Jayaprakasha G.K., Patil Bhimanagouda, Koiwa Hisashi, Takahashi Hideki, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 293
2. 論文標題 Frequent asymptomatic infection with tobacco ringspot virus on melon fruit	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Virus Research	6. 最初と最後の頁 198266 ~ 198266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.virusres.2020.198266	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 Tabara Midori, Koiwa Hisashi, Suzuki Nobuhiro, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 146
2. 論文標題 Biochemical characterization of the dicing activity of Dicer-like 2 in the model filamentous fungus <i>Neurospora crassa</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fungal Genetics and Biology	6. 最初と最後の頁 103488 ~ 103488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.fgb.2020.103488	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 Ando Sugihiko, Jaskiewicz Michal, Mochizuki Sei, Koseki Saeko, Miyashita Shuhei, Takahashi Hideki, Conrath Uwe	4. 巻 22
2. 論文標題 Priming for enhanced ARGONAUTE2 activation accompanies induced resistance to cucumber mosaic virus in <i>Arabidopsis thaliana</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 19 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mpp.13005	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 Sasaki Ryota, Miyashita Shuhei, Ando Sugihiko, Ito Kumiko, Fukuhara Toshiyuki, Kormelink Richard, Takahashi Hideki	4. 巻 166
2. 論文標題 Complete genomic sequence of a novel phytopathogenic Burkholderia phage isolated from fallen leaf compost	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Archives of Virology	6. 最初と最後の頁 313 ~ 316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00705-020-04811-3	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 Aulia Annisa, Tabara Midori, Telengech Paul, Fukuhara Toshiyuki, Suzuki Nobuhiro	4. 巻 1
2. 論文標題 Dicer monitoring in a model filamentous fungus host, <i>Cryphonectria parasitica</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Current Research in Virological Science	6. 最初と最後の頁 100001 ~ 100001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.crviro.2020.100001	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 Kuriyama Kazunori, Tabara Midori, Moriyama Hiromitsu, Kanazawa Akira, Koiwa Hisashi, Takahashi Hideki, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 103
2. 論文標題 Disturbance of floral colour pattern by activation of an endogenous pararetrovirus, petunia vein clearing virus, in aged petunia plants	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 497 ~ 511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14728	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 該当する

1. 著者名 Zhou Binghui, Albarracin Leonardo, Indo Yuhki, Arce Lorena, Masumizu Yuki, Tomokiyo Mikado, Islam Md. Aminul, Garcia-Castillo Valeria, Ikeda-Ohtsubo Wakako, Nochi Tomonori, Morita Hidetoshi, Takahashi Hideki, Kurata Shoichiro, Villena Julio, Kitazawa Haruki	4. 巻 8
2. 論文標題 Selection of Immunobiotic Ligilactobacillus salivarius Strains from the Intestinal Tract of Wakame-Fed Pigs: Functional and Genomic Studies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microorganisms	6. 最初と最後の頁 1659 ~ 1659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/microorganisms8111659	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 Sato Nana, Garcia-Castillo Valeria, Yuzawa Mao, Islam Md. Aminul, Albarracin Leonardo, Tomokiyo Mikado, Ikeda-Ohtsubo Wakako, Garcia-Cancino Apolinaria, Takahashi Hideki, Villena Julio, Kitazawa Haruki	4. 巻 11
2. 論文標題 Immunobiotic Lactobacillus jensenii TL2937 Alleviates Dextran Sodium Sulfate-Induced Colitis by Differentially Modulating the Transcriptomic Response of Intestinal Epithelial Cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 2174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2020.02174	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 Tada Asuka, Islam Md, Kober AKM, Fukuyama Kohtaro, Takagi Michihiro, Igata Manami, Albarracin Leonardo, Ikeda-Ohtsubo Wakako, Miyazawa Kenji, Yoda Kazutoyo, He Fang, Takahashi Hideki, Villena Julio, Aso Hisashi, Kitazawa Haruki	4. 巻 21
2. 論文標題 Transcriptome Modifications in the Porcine Intramuscular Adipocytes during Differentiation and Exogenous Stimulation with TNF- and Serotonin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 638 ~ 638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21020638	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 Albarracin Leonardo, Garcia-Castillo Valeria, Masumizu Yuki, Indo Yuhki, Islam Md Aminul, Suda Yoshihito, Garcia-Cancino Apolinaria, Aso Hisashi, Takahashi Hideki, Kitazawa Haruki, Villena Julio	4. 巻 11
2. 論文標題 Efficient Selection of New Immunobiotic Strains With Antiviral Effects in Local and Distal Mucosal Sites by Using Porcine Intestinal Epitheliocytes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 543
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2020.00543	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 Mizuno Hiroya, Arce Lorena, Tomotsune Kae, Albarracin Leonardo, Funabashi Ryutarō, Vera Daniela, Islam Md. Aminul, Vizoso-Pinto Maria Guadalupe, Takahashi Hideki, Sasaki Yasuko, Kitazawa Haruki, Villena Julio	4. 巻 11
2. 論文標題 Lipoteichoic Acid Is Involved in the Ability of the Immunobiotic Strain Lactobacillus plantarum CRL1506 to Modulate the Intestinal Antiviral Innate Immunity Triggered by TLR3 Activation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2020.00571	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 Garcia-Castillo Valeria, Marcial Guillermo, Albarracin Leonardo, Tomokiyo Mikado, Clua Patricia, Takahashi Hideki, Kitazawa Haruki, Garcia-Cancino Apolinaria, Villena Julio	4. 巻 8
2. 論文標題 The Exopolysaccharide of Lactobacillus fermentum UCO-979C Is Partially Involved in Its Immunomodulatory Effect and Its Ability to Improve the Resistance against Helicobacter pylori Infection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microorganisms	6. 最初と最後の頁 479 ~ 479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/microorganisms8040479	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 Clua Patricia, Tomokiyo Mikado, Raya Tonetti Fernanda, Islam Md. Aminul, Garcia Castillo Valeria, Marcial Guillermo, Salva Susana, Alvarez Susana, Takahashi Hideki, Kurata Shoichiro, Kitazawa Haruki, Villena Julio	4. 巻 9
2. 論文標題 The Role of Alveolar Macrophages in the Improved Protection against Respiratory Syncytial Virus and Pneumococcal Superinfection Induced by the Peptidoglycan of Lactobacillus rhamnosus CRL1505	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 1653 ~ 1653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells9071653	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 Raya Tonetti Fernanda, Arce Lorena, Salva Susana, Alvarez Susana, Takahashi Hideki, Kitazawa Haruki, Vizoso-Pinto Maria Guadalupe, Villena Julio	4. 巻 11
2. 論文標題 Immunomodulatory Properties of Bacterium-Like Particles Obtained From Immunobiotic Lactobacilli: Prospects for Their Use as Mucosal Adjuvants	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2020.00015	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 Tada Asuka, Kober AKM Humayun, Islam Md. Aminul, Igata Manami, Takagi Michihiro, Suzuki Masahiko, Aso Hisashi, Ikeda-Ohtsubo Wakako, Yoda Kazutoyo, Miyazawa Kenji, He Fang, Takahashi Hideki, Villena Julio, Kitazawa Haruki	4. 巻 9
2. 論文標題 Evaluation of Fat Accumulation and Adipokine Production during the Long-Term Adipogenic Differentiation of Porcine Intramuscular Preadipocytes and Study of the Influence of Immunobiotics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cells	6. 最初と最後の頁 1715 ~ 1715
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cells9071715	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 Ainan Tian, Shuhei Miyashita, Sugihiro Ando and Hideki Takahashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Single amino acid substitutions in the cucumber mosaic virus 1a protein Induce necrotic cell death in virus-Inoculated leaves without affecting virus multiplication	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Viruses	6. 最初と最後の頁 Article 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/v12010091	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 Hideki Takahashi, Toshiyuki Fukuhara, Haruki Kitazawa, Richard Kormelink	4. 巻 10
2. 論文標題 Virus latency and the impact on plants	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 Article 2764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2019.02764	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 Fukuhara, T., Tabara, M., Koiwa, H., and Takahashi, H.	4. 巻 165
2. 論文標題 Effect on tomato plants of asymptomatic infection with southern tomato virus.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Archives of Virology	6. 最初と最後の頁 11-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00705-019-04436-1	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 Fernanda Raya Tonettia, Md. Aminul Islam, Maria Guadalupe Vizoso-Pinto, Hideki Takahashi, Haruki Kitazawa, Julio Villena	4. 巻 78
2. 論文標題 Nasal priming with immunobiotic lactobacilli improves the adaptive immune response against influenza virus	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Immunopharmacology	6. 最初と最後の頁 Article 106115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.intimp.2019.106115	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 Igata Manami, Islam Md. Aminul, Tada Asuka, Takagi Michihiro, Kober A. K. M. Humayun, Albarracin Leonardo, Aso Hisashi, Ikeda-Ohtsubo Wakako, Miyazawa Kenji, Yoda Kazutoyo, He Fang, Takahashi Hideki, Villena Julio, Kitazawa Haruki	4. 巻 10
2. 論文標題 Transcriptome Modifications in Porcine Adipocytes via Toll-Like Receptors Activation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 1180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2019.01180	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 Garcia-Castillo Valeria, Komatsu Ryoya, Clua Patricia, Indo Yuhki, Takagi Michihiro, Salva Susana, Islam Md. Aminul, Alvarez Susana, Takahashi Hideki, Garcia-Cancino Apolinaria, Kitazawa Haruki, Villena Julio	4. 巻 10
2. 論文標題 Evaluation of the Immunomodulatory Activities of the Probiotic Strain Lactobacillus fermentum UCO-979C	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 1376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2019.01376	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 Fukuhara T	4. 巻 55
2. 論文標題 Endornaviruses: persistent dsRNA viruses with symbiotic properties in diverse eukaryotes.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Virus Genes	6. 最初と最後の頁 165-173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11262-019-01635-5	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 Kakiyama Sayaka, Tabara Midori, Nishibori Yuki, Moriyama Hiromitsu, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 9
2. 論文標題 Long DCL4-substrate dsRNAs efficiently induce RNA interference in plant cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 Article 6920
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-43443-9	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 Yariyama S., Ando S., Seo S., Nakaho K., Miyashita S., Kanayama Y., Takahashi H.	4. 巻 68
2. 論文標題 Exogenous application of L histidine suppresses bacterial diseases and enhances ethylene production in rice seedlings	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 1072 ~ 1078
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ppa.13037	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 Ando Sugihito, Miyashita Shuhei, Takahashi Hideki	4. 巻 85
2. 論文標題 Plant defense systems against cucumber mosaic virus: lessons learned from CMV-Arabidopsis interactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 174 ~ 181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10327-019-00845-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 Albarracin L., Komatsu R., Garcia-Castillo V., Aso H., Iwabuchi N., Xiao J.-Z., Abe F., Takahashi H., Villena J., Kitazawa H.	4. 巻 10
2. 論文標題 Deciphering the influence of paraimmunobiotic bifidobacteria on the innate antiviral immune response of bovine intestinal epitheliocytes by transcriptomic analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Beneficial Microbes	6. 最初と最後の頁 199 ~ 209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3920/BM2018.0024	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 Hideki Takahashi, Ainan Tian, Shuhei Miyashita, Yoshinori Kanayama, Sugihito Ando, and Richard Kormelink	4. 巻 67
2. 論文標題 Survey of the response of 82 domestic landraces of Zea mays to cucumber mosaic virus (CMV) reveals geographical region-related resistance to CMV in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 1401-1415
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ppa.12848	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 Villena Julio, Kitazawa Haruki, Van Wees Saskia C. M., Pieterse Corne M. J., Takahashi Hideki	4. 巻 9
2. 論文標題 Receptors and Signaling Pathways for Recognition of Bacteria in Livestock and Crops: Prospects for Beneficial Microbes in Healthy Growth Strategies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 2223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2018.02223	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 該当する

1. 著者名 Takahashi Hideki, Matsushita Yuko, Ito Toyoaki, Nakai Yutaka, Nanzyo Masami, Kobayashi Takashi, Iwaishi Shinji, Hashimoto Tomoyoshi, Miyashita Shuhei, Morikawa Toshiyuki, Yoshida Shigenobu, Tsushima Seiya, Ando Sugihiro	4. 巻 166
2. 論文標題 Comparative analysis of microbial diversity and bacterial seedling disease-suppressive activity in organic-farmed and standardized commercial conventional soils for rice nursery cultivation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Phytopathology	6. 最初と最後の頁 249 ~ 264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jph.12682	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 Hanbal Sara E., Miyashita Shuhei, Ando Sugihiro, Sidaros Samir A., Takahashi Hideki	4. 巻 100
2. 論文標題 First identification and characterization of cucumber mosaic virus from Corchorus olitorius in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 561 ~ 565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jph.12682	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 該当する

1. 著者名 Hanbal Sara E., Takashima Keisuke, Miyashita Shuhei, Ando Sugihiro, Ito Kumiko, Elsharkawy Mohsen M., Kaneko Toshiro, Takahashi Hideki	4. 巻 163
2. 論文標題 Atmospheric-pressure plasma irradiation can disrupt tobacco mosaic virus particles and RNAs to inactivate their infectivity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Archives of Virology	6. 最初と最後の頁 2835 ~ 2840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42161-018-0099-6	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 該当する

1. 著者名 Kanmani Paulraj, Albarracin Leonardo, Kobayashi Hisakazu, Hebert Elvira Maria, Saavedra Lucila, Komatsu Ryoya, Gatica Brian, Miyazaki Ayako, Ikeda-Ohtsubo Wakako, Suda Yoshihito, Aso Hisashi, Egusa Shintaro, Mishima Takashi, Salas-Burgos Alexis, Takahashi Hideki, Villena Julio, Kitazawa Haruki	4. 巻 9
2. 論文標題 Genomic Characterization of Lactobacillus delbrueckii TUA4408L and Evaluation of the Antiviral Activities of its Extracellular Polysaccharides in Porcine Intestinal Epithelial Cells	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 2178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00705-018-3909-4	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 該当する

1. 著者名 Villena Julio, Aso Hisashi, Rutten Victor P. M. G., Takahashi Hideki, van Eden Willem, Kitazawa Haruki	4. 巻 9
2. 論文標題 Immunobiotics for the Bovine Host: Their Interaction with Intestinal Epithelial Cells and Their Effect on Antiviral Immunity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 Article 326
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2018.02178	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 該当する

1. 著者名 Tabara Midori, Ohtani Misato, Kanekatsu Motoki, Moriyama Hiromitsu, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 59
2. 論文標題 Size Distribution of Small Interfering RNAs in Various Organs at Different Developmental Stages is Primarily Determined by the Dicing Activity of Dicer-Like Proteins in Plants	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 2228-2238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2018.00326	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 Sato Yukiyo, Miyashita Shuhei, Ando Sugihiro, Takahashi Hideki	4. 巻 100
2. 論文標題 Increased cytosine methylation at promoter of the NB-LRR class R gene RCY1 correlated with compromised resistance to cucumber mosaic virus in EMS-generated src mutants of Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Physiological and Molecular Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 151 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcy144	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 Kanmani Paulraj, Clua Patricia, Vizoso-Pinto Maria G., Rodriguez Cecilia, Alvarez Susana, Melnikov Vyacheslav, Takahashi Hideki, Kitazawa Haruki, Villena Julio	4. 巻 8
2. 論文標題 Respiratory Commensal Bacteria Corynebacterium pseudodiphtheriticum Improves Resistance of Infant Mice to Respiratory Syncytial Virus and Streptococcus pneumoniae Superinfection	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 Article 1613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2017.01613	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 Seta Atsushi, Tabara Midori, Nishibori Yuki, Hiraguri Akihiro, Ohkama-Ohtsu Naoko, Yokoyama Tadashi, Hara Satoshi, Yoshida Keisuke, Hisabori Toru, Fukudome Akihito, Koiba Hisashi, Moriyama Hiromitsu, Takahashi Nobuhiro, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 58
2. 論文標題 Post-Translational Regulation of the Dicing Activities of Arabidopsis DICER-LIKE 3 and 4 by Inorganic Phosphate and the Redox State	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 226 ~ 226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcw226	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 Sawano Hikaru, Matsuzaki Takuma, Usui Tomoyuki, Tabara Midori, Fukudome Akihito, Kanaya Akihiro, Tanoue Daichi, Hiraguri Akihiro, Horiguchi Gorou, Ohtani Misato, Demura Taku, Kozaki Toshinori, Ishii Kazuo, Moriyama Hiromitsu, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 130
2. 論文標題 Double-stranded RNA-binding protein DRB3 negatively regulates anthocyanin biosynthesis by modulating PAP1 expression in Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 45 ~ 55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-016-0886-0	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 Fukudome Akihito, Fukuhara Toshiyuki	4. 巻 130
2. 論文標題 Plant dicer-like proteins: double-stranded RNA-cleaving enzymes for small RNA biogenesis	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 33 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-016-0877-1	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70件 (うち招待講演 28件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 高橋英樹・徐楠・宮下脩平・安藤杉尋
2. 発表標題 Bean common mosaic virus はササゲの生育を顕著に抑制することなくウイルスを次世代に種子伝搬する
3. 学会等名 令和3年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗山和典・田原緑・高橋英樹・森山裕充・福原敏行
2. 発表標題 星咲き品種ベチュニアの内在性ウイルス活性化によるRNA干渉阻害とその局所性の解析
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 高橋英樹・宮下脩平・安藤杉尋・福原敏行
2. 発表標題 CMV(Ho)に不顕性感染した植物における遺伝子プロモーター領域のシトシンメチル化と塩ストレスによる遺伝子発現変動の相関
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 Hideki Takahashi
2. 発表標題 CMV infection in Arabidopsis: a conditional mutualistic symbiont ?
3. 学会等名 The 68th Annual Meeting of the Japanese Society for Virology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyashita, S.
2. 発表標題 Local propagation of land plants may have enabled their suicidal population resistance against viruses.
3. 学会等名 10th Aquatic Virus Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋英樹
2. 発表標題 有機農業を土の微生物から科学する
3. 学会等名 PICSオンライン市民講座（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hideki Takahashi
2. 発表標題 CMV infection in Arabidopsis: a conditional mutualistic symbiont?
3. 学会等名 The 19th Awaji International Forum on Infection and Immunity（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋英樹・安藤杉尋
2. 発表標題 プラズマ照射による植物病原菌・ウイルスの不活性化と植物免疫の調節
3. 学会等名 仙台プラズマフォーラム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下脩平
2. 発表標題 ウイルスの社会性、植物の社会性
3. 学会等名 日本農芸化学会 2021年度大会 Frontiersシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安藤杉尋・築館大輝・高島圭介・佐々木渉太・宮下脩平・金子俊郎・高橋英樹
2. 発表標題 Activating plant immunity by exposure to N2O5 gas generated from air by an atmospheric-pressure plasma device (大気圧プラズマを用いて生成したN2O5ガスによる植物免疫の活性化)
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miyashita S., Abebe, D. A., van Bentum S., Suzuki M., Ando S., and Takahashi, H.
2. 発表標題 Antiviral R genes of plants may have experienced different "selections" in nature and in crop fields.
3. 学会等名 The 17th International Symposium of Integrated Field Science "Infectious Diseases and Field Science: From Pathogens to Environmental Microbes" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋英樹
2. 発表標題 植物ウイルスからみた宿主-ウイルスの相互作用-ウイルスと植物の共存と攻防-
3. 学会等名 第19回みちのくウイルス塾 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮下脩平
2. 発表標題 ウイルス・宿主相互作用の進化をシミュレーションで考える
3. 学会等名 第1回ウイルス生態学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋英樹・宮下脩平・田原 緑・栗山 和典・安藤杉尋・福原敏行
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルスに不顕性感染したシロイヌナズナにおける2bタンパク質の役割
3. 学会等名 令和元年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木稜太・宮下脩平・安藤杉尋・伊東久美子・高橋英樹
2. 発表標題 イネもみ枯細菌病菌およびイネ苗立枯細菌病菌に感染する新規ジャンボファージの性状・構造解析
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 八木橋素良・安藤杉尋・宮下脩平・高橋英樹
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルス[CMV(Ho)]の不顕性感染によるTurnip crinkle virusの増殖抑制へのSERK2の関与
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 井尾美由記・安藤杉尋・宮下脩平・高橋英樹
2. 発表標題 高温条件におけるササゲのキュウリモザイクウイルス抵抗性の増強メカニズムの解析
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 宮下脩平・安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 ウイルスゲノム分節性および宿主の組織構造をパラメタとして加えたMOI進化シミュレーションモデル
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 Derib A Abebe・Sugihiro Ando・Hideki Takahashi・Shuhei Miyashita
2. 発表標題 Two CMV variants which escapes resistance or induces systemic HR to RCY1 show different levels of R-gene mediated decrease of MOI
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 本多宗一郎・安藤杉尋・高橋英樹・宮下脩平
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルスY系統とB2系統のRNA3は細胞感染レベルで競合しB2系統のRNA3がほぼ独占的に蓄積する
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 高橋英樹・宮下脩平・安藤杉尋・福原敏行
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルスHo系統2b遺伝子形質転換シロイヌナズナの転写因子Dof1.7およびCCG遺伝子プロモーター領域における脱メチル化レベルの定量的解析
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nan Xu・Shuhei Miyashita・Sugihiro Ando・Hideki Takahashi
2. 発表標題 Characterization of bean common mosaic virus which was internally transmitted through cowpea seeds originated from Nepal
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 狩野 凱・安藤杉尋・高橋英樹・宮下脩平
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルス黄斑系統の外被タンパク質アルギニンリッチモチーフ欠失変異はR遺伝子による抵抗性応答を過敏反応から高度抵抗性に変化させる
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zhongxu Yuan・Sugihiro Ando・Hideki Takahashi・Shuhei Miyashita
2. 発表標題 Dominant accumulation of RNA3 of cucumber mosaic virus B2 strain over co-inoculated Y-strain RNA3 is determined by 5' UTR
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木稜太・金井塚文音・伊東久美子・宮下脩平・安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 植物病原性・非病原性Burkholderia属細菌に感染するファージの宿主範囲解析による堆肥中の細菌-ファージ相互作用の包括的理解
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井尾美由記・安藤杉尋・宮下脩平・高橋英樹
2. 発表標題 ササゲの温度感受性キュウリモザイクウイルス抵抗性に対するHSP90 阻害剤の影響
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村山友理・安藤杉尋・宮下脩平・高橋英樹
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルス黄斑系統のRNA3に存在する非病原因子と誘導されるササゲの抵抗性応答の解析
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗山和典・田原緑・高橋英樹・福原敏行
2. 発表標題 内在性ウイルスの活性化によるペチュニアの花色の变化
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田原緑・浦口晋平・高橋英樹・福原敏行
2. 発表標題 ハクサンハタザオにおけるキュウリモザイクウイルス不顕性感染と環境ストレス耐性
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋英樹・宮下脩平・安藤杉尋・福原敏行
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルス Ho 系統 2b 遺伝子形質転換シロイヌナズナの転写因子 Dof1.7 および CCG 遺伝子プロモーター領域における脱メチル化レベルの定量的解析
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 栗山和典・田原緑・高橋英樹・森山裕充・福原敏行
2. 発表標題 星咲き品種ベチュニアにおける内在性ウイルスの活性化とRNA 干渉機構の崩壊との関係
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Miyashita, S.
2. 発表標題 A simple evolution model of MOI unveils the distinct biological principles behind different classes of viruses.
3. 学会等名 International Neovirology Mini-symposium Series IV (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahashi, H.
2. 発表標題 Virus latency and the impact on plants.
3. 学会等名 The 18th Awaji International Forum on Infection and Immuni (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahashi, H.
2. 発表標題 Introduction of International Education and Research Center for Food and Agricultural Immunology (CFAI).
3. 学会等名 International Symposium on New Insights on Animal Nutrition, Breeding and Reproduction (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Murayama, Y.・Io, M.・Miyashita, S.・Ando, S.・Hanbal S.E.・Takahashi, H.
2. 発表標題 Analysis of two types of gene-for-gene resistance to cucumber mosaic virus in <i>Vigna unguiculata</i>
3. 学会等名 16th Japan Solanaceae Consortium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tian, A.・Miyashita, S.・Ando, S.・Takahashi, H.
2. 発表標題 Characterization of atypical cell death which can not suppress either multiplication of cucumber mosaic virus on virus-inoculated leaves or its systemic spread with lethal systemic necrosis in <i>Arabidopsis thaliana</i> ecotypes
3. 学会等名 16th Japan Solanaceae Consortium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮下脩平・Michael F Seidl・Jasper RL Depotter・安藤杉尋・高橋英樹・Bart PHJ Thomma
2. 発表標題 植物病原性Verticillium属菌から検出された複数のRNAウイルスのゲノム全塩基配列決定
3. 学会等名 第72回北日本病害虫研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安藤杉尋・小関彩恵子・宮下脩平・高橋英樹
2. 発表標題 BTH処理によるRNAサイレンシング関連因子AGO2のプライミングを制御する転写因子の探索
3. 学会等名 平成31年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井尾美由記・村山友理・宮下脩平・安藤杉尋・Sara E. Hanbal・高橋英樹
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルス(CMV)に対するエジプト産ササゲ品種EGの応答とCMVに対する高度抵抗性の性状解析
3. 学会等名 平成31年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山友理・井尾美由記・安藤杉尋・宮下脩平・Sara E. Hanbal・高橋英樹
2. 発表標題 エジプト産ササゲ品種EGのキュウリモザイクウイルス高度抵抗性を決定するウイルス因子の解析
3. 学会等名 平成31年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ainan Tian・Shuhei Miyashita・Sugihiro Ando・Hideki Takahashi
2. 発表標題 Analysis of genomic region in cucumber mosaic virus RNA1 which determines the induction of the non-HR cell death in reassorted CMV-inoculated leaves of Arabidopsis thaliana
3. 学会等名 平成31年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋英樹・田原 緑・宮下脩平・安藤杉尋・福原敏行
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルスに不顕性感染したシロイヌナズナにおける2bタンパク質の役割
3. 学会等名 平成31年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮下脩平・安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 植物ウイルス - 植物個体群相互作用における空間構造の効果のシミュレーションによる検討
3. 学会等名 平成31年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山友理・井尾美由記・安藤杉尋・宮下脩平・高橋英樹
2. 発表標題 ササゲのキュウリモザイクウイルス抵抗性を決定する新奇ウイルス因子の解析
3. 学会等名 令和元年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本多宗一郎・安藤杉尋・高橋英樹・夏秋啓子・宮下脩平
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルスB2系統のRNA1およびRNA2全長塩基配列の決定と感染性cDNAクローンの作製
3. 学会等名 令和元年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木稜太・三富直人・宮下脩平・安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 有機栽培育苗土からのイネもみ枯細菌病菌に感染するファージの探索と特性解析
3. 学会等名 令和元年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sara E. Hanbal・Keisuke Takashima・Shuhei Miyashita・Sugihiro Ando・Kumiko Ito・Mohsen M. Elsharkawy・Toshiro Kaneko・Hideki Takahashi
2. 発表標題 Atmospheric-pressure plasma irradiation can disrupt tobacco mosaic virus particles and RNAs to inactivate their infectivity
3. 学会等名 令和元年度日本植物病理学会東北部会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋英樹
2. 発表標題 土の微生物から有機農業を科学する
3. 学会等名 令和元年度 植物防疫研修会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 病気に強い有機栽培育苗土の微生物の解析とその利用
3. 学会等名 第11回北海道有機農業生産者懇話会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮下 脩平
2. 発表標題 植物RNAウイルスの複製と進化機構に関する研究
3. 学会等名 平成30年度日本植物病理学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 有機栽培培土の微生物コミュニティを利用したイネもみ枯細菌病の生物的防除
3. 学会等名 第15回 バイオコントロール研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shuhei Miyashita, Akira Sasaki, Machi Suzuki, Sietske van Bentum, Sugihiro Ando, Masayuki Ishikawa, and Hideki Takahashi
2. 発表標題 Majority decisions by four or five members: rules that can be formed and maintained in viral populations to exclude free riders
3. 学会等名 2018 Annual Meeting of the Society for Mathematical Biology & the Japanese Society for Mathematical Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮下 脩平
2. 発表標題 植物病原性 Verticillium属菌の RNA ウイルス
3. 学会等名 ネオウイルス学ミニシンポジウム 1 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideki Takahashi
2. 発表標題 Latent plant-virus interactions and their impact on plant stress tolerance
3. 学会等名 WUR-TU Plant Science Workshop 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazunori Kuriyama, Midori Tabara, Hideki Takahashi, Hironitsu Moriyama and Toshiyuki Fukuhara
2. 発表標題 An endogenous pararetrovirus, petunia vein clearing virus, affects RNA interference in petunia
3. 学会等名 12th International Plant Molecular Biology Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋英樹・田原緑・平山裕也・宮下脩平・安藤杉尋・川野修一・福原敏行
2. 発表標題 キュウリモザイクウイルスに無病徴感染したシロイヌナズナにおけるRNA-seq解析
3. 学会等名 平成30年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉澤 峻・宮下脩平・安藤杉尋・福原敏行・高橋英樹
2. 発表標題 シロイヌナズナへの無病徴感染に関わるキュウリモザイクウイルス のゲノムRNAと宿主因子の解析
3. 学会等名 平成30年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋英樹・吉澤 峻・宮下脩平・安藤杉尋
2. 発表標題 ハクサンハタザオから単離したキュウリモザイクウイルスの性状解析
3. 学会等名 平成29年度日本植物病理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗山和典・田原 緑・高橋英樹・森山裕充・福原敏行
2. 発表標題 ペチュニアの星咲き品種における内在性パラレトロウイルスの制御とRNA干渉機構との関係
3. 学会等名 第59回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原 龍哉・原 優太・渡邊 泉・浦口晋平・森山裕充・高橋英樹・福原敏行
2. 発表標題 野生植物ハクサンハタザオの重金属耐性とウイルス抵抗性
3. 学会等名 第59回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮下脩平
2. 発表標題 植物ウイルスのもつ社会システムを、実験と数理モデリングで覗き見る
3. 学会等名 ウイルス研究の潮流シリーズセミナー
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shuhei Miyashita
2. 発表標題 Social systems of plant viruses revealed by molecular biology experiments and mathematical modeling
3. 学会等名 Tohoku Forum for Creativity Fusion Research Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮下脩平
2. 発表標題 ウイルス社会学 ウイルスの社会システムを攪乱せよ!
3. 学会等名 第16回みちのくウイルス塾 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮下脩平・本多宗一郎・安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 RNAウイルス欠失変異の網羅的検出系の確立
3. 学会等名 平成29年度植物感染生理談話会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋英樹
2. 発表標題 植物に潜在感染しているウイルスの役割：ウイルスは植物の生存戦略に寄与できるか？
3. 学会等名 環境微生物系学会合同大会2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮下脩平
2. 発表標題 Virus sociology: Target the social rules of viruses!
3. 学会等名 新学術領域・ネオウイルス学協賛 特別セミナー (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮下脩平
2. 発表標題 植物ウイルスの社会システムを標的とする防除技術の開発
3. 学会等名 第2回えこえびワークショップ (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藤杉尋・笠原雅美・高橋英樹
2. 発表標題 有機栽培育苗土及びもみ殻堆肥から培養した細菌集団の病害抑制効果
3. 学会等名 東北大学 PICS・宮城県農林水産部連携研究事業 (PICS みやぎ) 10 周年記念シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安藤杉尋・高橋英樹
2. 発表標題 Analysis of disease-suppression effect of microorganisms included in nursery soils for organic farming of rice
3. 学会等名 附属複合生態フィールド教育研究センター 第15 回国際シンポジウム 「生物間相互作用と持続的農業生産」 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田原 緑・鈴木信弘・森山裕充・福原敏行
2. 発表標題 植物と菌類のsiRNA生成酵素ダイサーの酵素活性比較
3. 学会等名 第7回植物RNA研究ネットワークシンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 河岡 義裕、岩見 真吾、大場 靖子、川口 寧、佐藤 佳、澤 洋文、鈴木 信弘、高橋 英樹、朝長 啓造、中川 草、長崎 慶三、西浦 博、野田 岳志、古瀬 祐気、堀江 真行、牧野 晶子、松浦 善治、松野 啓太、村田 和義、望月 智弘、渡辺 登喜子	4. 発行年 2021年
2. 出版社 集英社	5. 総ページ数 320
3. 書名 ネオウイルス学	

1. 著者名 高橋英樹	4. 発行年 2020年
2. 出版社 文永堂出版	5. 総ページ数 360
3. 書名 植物病理学 第2版 真山 滋志・土佐 幸雄 編	

1. 著者名 Yukiyo Sato and Hideki Takahashi	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 278
3. 書名 Antiviral Resistance in Plants: Methods and Protocols, In Methods in Molecular Biology (Eds. Kappei Kobayashi and Masamichi Nishiguchi)	

1. 著者名 Chikara Masuta and Hideki Takahashi	4. 発行年 2018年
2. 出版社 APS Press	5. 総ページ数 380
3. 書名 Cucumber Mosaic Virus (Eds. Peter Palukaitis and Fernando Garcia-Arenal)	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 有機資材からのファージの分離方法とジャンボファージを用いた植物病害防除法	発明者 高橋英樹、佐々木稜太、安藤杉尋、宮下脩平	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-151404 (T20-032)	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	福原 敏行 (FUKUHARA Toshiyuki) (90228924)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授 (12605)	

	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
研究協力者	宮下 脩平 (MIYASHITA Shuhei) (60556710)	東北大学・農学研究科・助教 (11301)	

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2件

国際研究集会 WUR-TU Plant Science Workshop 2018 (ワーゲニンゲン大学・東北大学 植物科学ワークショップ2018)	開催年 2018年~2018年
国際研究集会 Tohoku Forum for Creativity, Thematic Program 2017 "New Horizons in Food Science via Agricultural Immunology", July 21-24 (2017), Sendai, Japan	開催年 2017年~2017年

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			
オランダ	ワーゲニンゲン大学	ユトレヒト大学		