

令和 2 年 7 月 15 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04617

研究課題名(和文) 東南アジアの日本向け野菜類に激発するウイルス病の病原解明と検出法・防除法の確立

研究課題名(英文) Elucidation of pathogenicity and establishment of detection and control methods for viruses detected in vegetables exporting from Southeast Asia to Japan

研究代表者

夏秋 知英 (Natsuaki, Tomohide)

宇都宮大学・農学部・教授

研究者番号：10134264

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：東南アジア諸国では、日本向けに輸出するナス、キュウリ、メロンなどを栽培している。このような野菜は熱帯のウイルス病に感染して激しい病徴を示して減収となり、日本企業も打撃を受けている。そこで本研究では、東南アジアの野菜類のウイルス病を取り上げ、病原ウイルスの検出と感染性クローンによる病原性の確認、LAMP法による迅速簡易検出法の確立、ウイルス媒介昆虫の農薬抵抗性の解析や障壁の利用による防除法を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新型コロナウイルスはヒトの生命を危険にさらし、爆発的に伝播して経済的に大被害を及ぼしている。同様に、植物ウイルスは農作物に大被害を引き起こし、ヒトの生活に間接的に影響して経済的損失を引き起こしている。本研究では東南アジアで栽培されて日本に輸出する野菜類の新しい病原ウイルスの遺伝子を解析し、新型コロナウイルスの迅速検出にも用いられたLAMP法を農家圃場でも利用できるように2018年に改良した。また、ウイルス媒介昆虫の防除法を検討した。このような成果は、現地の農業だけでなく今後のわが国への新ウイルス侵入時に利用でき、国際協力の面でも極めて有意義である。

研究成果の概要(英文)：Eggplants, cucumbers, melons, etc. are exported to Japan from Southeast Asian countries. These vegetables have been infected by tropical viral diseases and shown severe symptoms, resulting big yield loss, and Japanese companies have been also damaged. In this study, we focused on viral diseases of vegetables in Southeast Asia, detected several pathogenic viruses with confirming their pathogenicity by infectious clones, established rapid and simple detection method by LAMP method, analyzed pesticide resistance genes of virus vector insects, and examined the barriers for protecting plants from insect vectors.

研究分野：植物病理学

キーワード：東南アジア 植物ウイルス 遺伝子解析 LAMP法 タバココナジラミ ヘゴモウイルス クリニウイルス

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

タイやインドネシアなど東南アジア諸国や中国では、日本向けの浅漬けやゆで野菜の材料としてダイズ(枝豆)、ショウガ、ナス、キュウリなどの栽培を日本企業が現地農家に委託し、現地の工場加工して日本へ輸送している。しかし、日本の品種を栽培しているため、現地の品種には見られないような激しい症状のウイルス病が大発生し、ほとんど収穫のない畑もある。このため、栽培を依頼している日本企業は加工用材料のナスが入手できず、大打撃を受けている。また、物流が国際化していることから、海外で問題となっている病原ウイルスが、新型コロナウイルスのようにわが国への侵入が危惧される。そこで、各種ウイルスが大発生している東南アジア諸国で栽培されている日本の品種のウイルス病を調査することで、今後日本に侵入して被害が予想されるウイルス病を事前に探知できると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、タイおよびインドネシアのウイルス病激発地域で野菜の露地栽培地を現地研究協力者と訪問し、発生しているウイルス病を調査し、ウイルスを迅速に検出する方法を検討し、ウイルス媒介昆虫の薬剤耐性遺伝子を解析し、最終的に現地に適したウイルス病の防除対策を確立することを研究目的とした。

3. 研究の方法

インドネシアとタイの圃場でウイルス病に感染した野菜類のサンプリングを行い、1) 次世代シーケンサーにより網羅的に塩基配列を解析して病原ウイルスを推定する、2) 推定病原ウイルスの感染性クローンを構築して接種試験により病原性を確認する、3) 得られた塩基配列をもとに LAMP 法で迅速簡易検出法を確立する、4) ウイルス媒介昆虫の農薬耐性遺伝子の解析や圃場での媒介昆虫防除法を検討する、という4点を研究方法として用いた。

4. 研究成果

(1) インドネシアのヘチマから分離された *Begomovirus* 属ウイルス

2017年8月、インドネシアのジャワ島において葉に黄化を示すヘチマが見出された。そこで全DNAを抽出後、*Begomovirus* 属ウイルスに対するユニバーサルプライマーを用いたPCRを行ったところ、DNA-A由来の特異的なDNA断片が増幅された。また、DNA-Bを持つことも明らかとなった。そこでゲノムの全塩基配列を解読したところ、*Tomato leaf curl New Delhi virus* (ToLCNDV) タイ分離株および台湾分離株、バングラデシュ分離株と高い相同性を示し、DNA-A全長で94%、DNA-B全長で88%以上であった。また、外被タンパク質の推定アミノ酸配列の同一性は98%以上であった。以上より、本分離株はToLCNDVに分類されるウイルスであり、インドネシアにおけるヘチマから分離された初めての報告である。



図1. ヘチマの症状

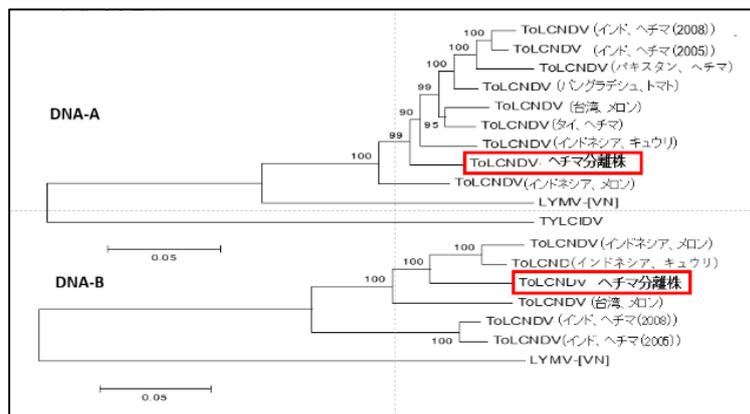


図2. DNA-A および DNA-B の分子系統樹

(2) バリ島のトマトから分離された *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus*

2019年8月、インドネシアのバリ島において葉に黄化、萎縮とモザイク症状を示すトマトが見出された。そこで全DNAを抽出後、*Begomovirus*属ウイルスに対するユニバーサルプライマーを用いたPCRを行ったところ、DNA-A由来の特異的なDNA断片が増幅された。また、DNA-Bを持つことも明らかとなった。そこでゲノムの全塩基配列を解読したところ、既報の *Pepper yellow leaf curl Indonesia virus* (PepYLCIV) と高い相同性を示し、DNA-A全長で90%、DNA-B全長で86%以上であった。以上より、本分離株はPepYLCIVに分類されるウイルスであり、バリ島におけるPepYLCIVの初めての全塩基配列報告である。そこで、本分離株をPepYLCIV-[Indonesia:Bali:Tomato:2019] (その略称をPepYLCIV-[IN:Bali:Tom:19])と命名した。



図3 PepYLCV感染トマト

(3) 携帯増幅装置を用いた Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) 法によるベゴモウイルス現場即時検査法の確立

ベゴモウイルスは最も重要な植物病原ウイルスの一つであり、前述のようにインドネシアではウリ科やナス科の作物で大発生している。このため、感染が疑われる植物において簡易で迅速な診断が求められている。そこで LAMP 法の乾燥試薬と、インドネシアのウリ科とナス科に発生する数種のベゴモウイルスの配列を基に設計した 4 つのプライマー、リアルタイム等温増幅蛍光測定装置 (Genelyzer FIII) により、インドネシアの圃場でメロン、トウガラシ、ナスに感染したベゴモウイルスを、DNA 抽出せずに検出することに成功した。この LAMP 法で検出されたサンプルからは、ベゴモウイルスのユニバーサルプライマーを用いた PCR でもウイルスが検出されたことから、非特異的な反応がないことも確認された。携帯可能でバッテリー駆動の Genelyzer FIII により、電源の無い圃場において 10 分程度でベゴモウイルスが検出可能であったことから、特に現場即時検査 (point-of-testing: POT) が必要な植物ウイルスの迅速な検出法として非常に有効である。



図 4. 圃場でのサンプリングと LAMP 法



図 5. 実際にインドネシアの農家の軒先で実施した LAMP 法の様子

(4) トマト退緑ウイルスの感染性クローンの構築

東南アジアではコナジラミで媒介され、ベゴモウイルスとは異なるトマト退緑ウイルス (*Tomato chlorosis virus*, ToCV) も多発している。そこで、35S プロモーターと NOS ターミネーターの間に ToCV の全長 cDNA を挿入した感染性クローンの構築を目指した。RNA1 と RNA2 の 2 分節ゲノムを持つ *Crinivirus* 属のウイルスは感染性クローン構築の際、RNA1 が大腸菌に毒性を示すため、完全長がクローニングされないことが報告されている。そのような中、構築したプラスミドで大腸菌を形質転換したところ、RNA1 の ORF1a にトランスポゾンが挿入された変異体が得られた。この変異体は大腸菌でも安定的であったことから、トランスポゾンの代わりにジャガイモのイントロンを挿入することで RNA1 の毒性回避に成功した。この結果をもとに、RNA1 と RNA2 をそれぞれバイナリーベクターに組み込み、これらを *Nicotiana benthamiana* でアグロインフイルトレーションによる一過的発現をしたところ、接種 3 週間後に黄化症状が観察され、RT-PCR により感染を確認し、シーケンスによりイントロンの除去も確認された。しかし、トマトには感染しなかったことから、今後はトマトへの接種を継続して検討する。

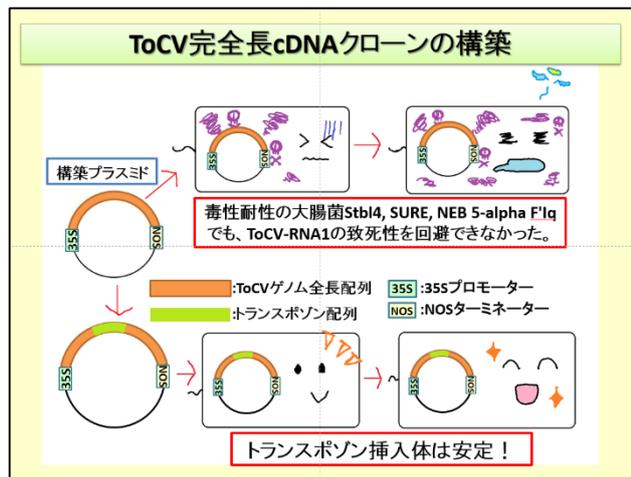


図 6. ToCV 感染性クローン構築イメージ

(5) 3 種のウイルスについて

前述と同様の方法で、インドネシアのタケ類のモザイク病から *Bamboo mosaic virus* (BaMV) を分離した。また、コナジラミ媒介で ToCV と同属のトマトインフェクシャスクロシスウイルス (*Tomato infectious chlorosis virus*, TICV) のインドネシア分離株を用い、TICV のサイレンシングサプレッサーを世界で初めて明らかにした。さらにインドネシアのメロンに発生している ToLCNDV で組換えが生じていることを解明した。以上は 3 つの論文として発表した。

(6) タイでのウイルス病調査

タイ北部チェンライ県のメーサーイ、メーラオなどの地区において黄化症状を発生しているナス科植物（ナス、トマト、トウガラシ）の現地調査を行った。特にナスでは、インドネシアと同様に葉が黄化～白化する症状が認められ、現地タイの緑色ナス品種にも日本産品種と同様な黄葉症状が認められた。発生しているベゴモウイルスのベクターと考えられるタバココナジラミの圃場内での移動と発症株との関連も認められたが、さらに調査が必要である。これまでにタイにおいては *Tomato yellow leaf curl Kanchanaburi virus* (TYLCKaV) の発生が報告されているが、ベゴモウイルスの発生状況については知見が乏しい。そこで、タイで採取された黄化症状を示す各種ナス科作物から全 DNA を抽出し、ベゴモウイルスのユニバーサルプライマーおよび TYLCKaV 特異的プライマーを用いた PCR により検出を行った。その結果、ナスでは 41 個体中 39 個体で TYLCKaV が検出され、トウガラシでは 3 個体全てでベゴモウイルスが検出された。次に、ナスから検出されたベゴモウイルスの全塩基配列を決定したところ、既報の TYLCKaV と 99% の同一性を示した。一方、トウガラシについても同様に全塩基配列を決定したところ、*ageratum yellow vein China virus* と 90.8% の同一性を示した。これは *Begomovirus* 属の種の分類基準である 91% を下回るため、本ウイルスは新種であると考えられた。これに関しては、今後、感染性クローン構築した後に投稿論文を執筆予定である。

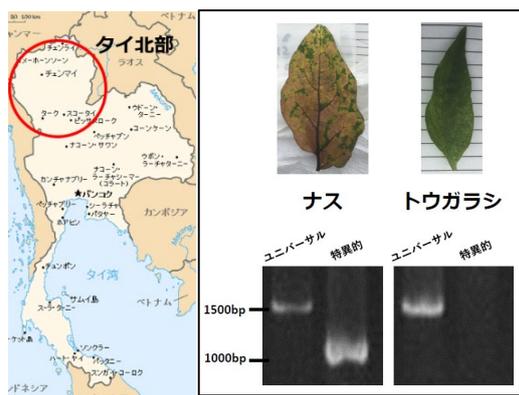


図7. タイの採集地と PCR によるウイルス検出

表1. ベゴモウイルスおよび TYLCKaV の検出結果

植物	ベゴモウイルス 検出個体/供試個体	TYLCKaV 検出個体/供試個体
ナス	39/41	39/41
トウガラシ	3/3	0/3
トマト	0/3	0/3

(7) タバココナジラミの薬剤抵抗性遺伝子の検出

2017 年はジョグジャカルタ周辺 6 圃場とバリ島 4 圃場、2018 年はジョグジャカルタ周辺 7 圃場とバリ島 2 圃場、2019 年はバ

た。採集した個体については、ミトコンドリア COI の塩基配列に基づいてバイオタイプを明らかにした上で、合成ピレスロイド剤抵抗性に関わるアミノ酸変異 (M918V、L925I) の有無を調べた。ジョグジャカルタ周辺では、ほとんどの個体が Asia 1 で、合成ピレスロイド剤に対して感受性の遺伝子を有していたが、わずかに見られた Asia II-7 の個体は既知のアミノ酸変異とは異なる変異 (M918L) を持っていた。この変異が抵抗性に関与しているかどうかは不明である。バリ島では、Asia II-7 が優占している圃場があり、その圃場では抵抗性遺伝子 L925I が検出された。バンドン周辺の一部圃場では、世界中に分布している MEAM1 (Middle East-Asia Minor 1) (旧バイオタイプ B) が優占していた。これらの個体群では L925I が検出されたが、Asia 1 の優占する圃場でも L925I の存在が認められた。このように、インドネシアでも抵抗性遺伝子が蔓延する可能性がある。今後も、抵抗性遺伝子の頻度変化を、バイオタイプの変化とともに、経時的に調べる必要がある。

表2 タバココナジラミのバイオタイプと合成ピレスロイド剤抵抗性遺伝子の保有状況

調査年	地名	圃場	植物	供試数	バイオタイプ	抵抗性遺伝子 ^{a)}			
						M918V(M918L)	L925I		
2017	ジョグジャカルタ周辺	J1	メロン	30	Asia 1	SS	SS		
		J2	メロン	30	Asia 1	SS	SS		
		J3	メロン	32	Asia 1	SS	SS		
		J4	キュウリ	29	Asia 1	SS	SS		
		J5	ナス	30	Asia II-7	SS	SS		
		J6	ヘチマ	30	Asia 1	SS	SS		
	バリ島	BL1	メロン	29	Asia 1	SS	SS		
		BL2	トマト	30	Asia 1	SS	SS		
		BL3	トウガラシ	18	Asia 1	SS	SS		
				12	Asia 1	SS	SS		
		BL4	トウガラシ	29	Asia II-7	SS	RR(25)、RS(2)、SS(2)		
		2018	ジョグジャカルタ周辺	J7	ナス	31	Asia 1	SS	SS
				J8	ナス	18	Asia 1	SS	SS
	4				Asia II-7	RR	SS		
	30				Asia 1	SS	SS		
J9	メロン・スイカ			30	Asia 1	SS	SS		
J10	メロン			30	Asia 1	SS	SS		
J11	メロン			21	Asia 1	SS	SS		
J12	キュウリ			30	Asia 1	SS	SS		
J13	キュウリ			30	Asia 1	SS	SS		
バリ島	BL5			キュウリ	29	Asia 1	SS	SS	
	BL6			ナス	30	Asia 1	SS	SS	
2019	バンドン周辺		BD1	トマト	30	MEAM1	-	+	
			BD2	トマト	30	Asia 1	-	+	
		BD3	ナス	30	MEAM1	-	+		
		BD4	ナス	30	Asia 1	-	-		
		BD5	ナス	30	Asia 1	-	-		
		BD6	キュウリ	30	Asia 1	-	-		
		BD7	トウガラシ	30	Asia 1	-	+		
		BD8	メロン	30	Asia 1	-	-		

a) 2019年は抵抗性遺伝子の有無のみを示した。

(8) 障壁ネットによるウイルス媒介コナジラミの移動阻害効果

以上のようにインドネシアやタイでは、キュウリやメロン、ヘチマなどのウリ科作物およびナス、トマト、トウガラシなどのナス科作物において、タバココナジラミで媒介されるベゴモウイルスの感染によって甚大な被害が生じていることが判明した。このようなベゴモ

ウイルスは変異が激しく、病原性や宿主範囲が数年で変異しており、防除法の確立を難しくしている。一方で生産効率を上げるために、東南アジア諸国でも広大な面積の畑に単一の作物、すなわちメロンやトマトを栽培する圃場がしばしばみられる。このような大きな圃場では、いったんウイルス病が発生すると瞬く間に全体に広がって、作物がほぼ全滅状態となって収穫皆無で耕作を放棄せざるを得なくなる例がしばしば見られた。これに反し、従来の混植による栽培方法、特にインドネシアではカンキツの間に野菜を植える栽培法では、ウイルス病の被害が比較的が少なく、少なくとも大発生には至らないようであった。そこで、圃場に高さ3mのネットを10m×20mほどの面積を囲むようにセットすると、ウイルス病の発生をかなり抑えることに成功した。今後は、旧来の栽培法のように広大な畑ではなく、多少は栽培効率が落ちるが障壁植物あるいは物理的なネットなどを設けて畑を細かく区切り、ウイルス媒介昆虫の移動を阻害する方法の有効性を定量的に検討したい。



図8. インドネシアの広大なメロン畑



図9. 同じく広大なトマト畑



図10. 障壁ネットで圃場を区切る



図11. カンキツで圃場を区切る旧来の栽培法

(9) まとめ

以上のように、本研究においてはベゴモウイルスを中心にインドネシアおよびタイにおけるウイルス病発生状況を調査し、その病原ウイルスを遺伝子レベルで詳細に解析し、変異の多様性を明らかにした。今般大問題となっている新型コロナウイルスと同様に、東南アジアの農業ではベゴモウイルスが大問題となっており、いつ日本へ侵入してきてもおかしくない状況である。このため、東南アジアでもわが国でも媒介昆虫であるタバココナジラミに対する農薬散布が頻繁に行われているが、薬剤耐性遺伝子を有するコナジラミの増加を招いている。今後は、媒介昆虫の移動を阻害する障壁植物あるいはネットなど物理的防除法と、コナジラミの天敵であるタバコカシカメによる生物的防除、そしてワクチンによる新しい防除法の確立を組み合わせ、これまでにないベゴモウイルス防除法の確立を目指したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Wilisiani Fariha, Neriya Yutaro, Tagami Mai, Kaneko Misaki, Hartono Sedyo, Nishigawa Hisashi, Natsuaki Tomohide	4. 巻 8
2. 論文標題 Complete Genome Sequence of Tomato Leaf Curl New Delhi Virus from Luffa in Indonesia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 1 - 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.01605-18	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 Wilisiani Fariha, Tomiyama Aika, Katoh Hiroshi, Hartono Sedyo, Neriya Yutaro, Nishigawa Hisashi, Natsuaki Tomohide	4. 巻 265
2. 論文標題 Development of a LAMP assay with a portable device for real-time detection of begomoviruses under field conditions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Virological Methods	6. 最初と最後の頁 71 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jviromet.2018.10.005	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 Abe Satomi, Neriya Yutaro, Noguchi Kengo, Hartono Sedyo, Sulandari Sri, Somowiyarjo Susanto, Ali Asad, Nishigawa Hisashi, Natsuaki Tomohide	4. 巻 85
2. 論文標題 First report of the complete genomic sequences from Indonesian isolates of bamboo mosaic virus and detection of genomic recombination events	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 158 ~ 161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10327-018-0830-3	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 Mashiko Takaaki, Wang Wei-Qin, Hartono Sedyo, Suastica Gede, Neriya Yutaro, Nishigawa Hisashi, Natsuaki Tomohide	4. 巻 85
2. 論文標題 The p27 open reading frame of tomato infectious chlorosis virus encodes a suppressor of RNA silencing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 301-305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10327-019-00850-0	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 該当する

1. 著者名 Wilisiani Fariha, Mashiko Takaaki, Wang Wei-Qin, Suzuki Tomohiro, Hartono Sedyo, Neriya Yutaro, Nishigawa Hisashi, Natsuaki Tomohide	4. 巻 85
2. 論文標題 New recombinant of Tomato leaf curl New Delhi virus infecting melon in Indonesia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of General Plant Pathology	6. 最初と最後の頁 306-310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10327-019-00849-7	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 該当する

1. 著者名 Neriya Yutaro, Izumi Runa, Wilisiani Fariha, Hartono Sedyo, Wirya G.N. Alit Susanta, Nishigawa Hisashi, Natsuaki Tomohide	4. 巻 9
2. 論文標題 Complete genome sequence of a pepper yellow leaf curl Indonesia virus isolated from tomato in Bali, Indonesia.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1128/MRA.00486-20	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

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Tomohide Natsuaki
2. 発表標題 "Vaccines" against plant diseases and their application
3. 学会等名 First International Congress of Biological Control (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 益子嵩章・王 蔚芹・煉谷裕太郎・西川尚志・夏秋知英
2. 発表標題 トマト退緑ウイルスの感染性クローンの構築
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 Wilisiani, F., Mashiko, T., Wang, W-Q., Hartono, S., Suzuki, T., Nishigawa, H., Natsuaki, T.
2. 発表標題 New recombinant of Tomato leaf curl New Delhi virus infecting melon in Indonesia
3. 学会等名 The Asian Conference on Plant Pathology 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mashiko, T., Wang, H-Q., Hartono, S., Suastica, G., Neriya, Y., Nishigawa, H. and Natsuaki, T.
2. 発表標題 RNA silencing suppressor of Tomato infectious chlorosis virus.
3. 学会等名 The Asian Conference on Plant Pathology 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fariha Wilisiani・富山愛佳・加藤 寛・金子海咲・田上真衣・Sedyo Hartono・煉谷裕太郎・西川尚志・夏秋知英
2. 発表標題 携帯増幅装置を用いたLoop-mediated isothermal amplification (LAMP) 法によるベゴモウイルス現場即時検査
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 金子海咲・田上真衣・Fariha Wilisiani・富山愛佳・Sedyo Hartono・煉谷裕太郎・西川尚志・夏秋知英
2. 発表標題 インドネシアのトカドヘチマから分離されたBegomovirus属ウイルスの全塩基配列決定
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 Wilisiani, F., Mashiko, T., Wang, W-Q., Hartono, S., Suzuki, T., Neriya, Y., Nishigawa, H., Natsuaki, T.
2. 発表標題 Novel mixed infection of two begomoviruses on melon plants in Indonesia
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 富士川 陽・Fariha Wilisiani・煉谷裕太郎・Kanapol Jutamanee・西川尚志・山根健治・夏秋知英
2. 発表標題 タイのナス科作物から検出された Begomovirus 属ウイルスの解析
3. 学会等名 令和元年度日本植物病理学会関東部会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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	園田 昌司 (Sonoda Shouji) (00325127)	宇都宮大学・農学部・教授 (12201)	
研究分担者	煉谷 裕太郎 (Neriya Yutaro) (30773551)	宇都宮大学・農学部・助教 (12201)	
研究分担者	山根 健治 (Tamane Kenji) (60240066)	宇都宮大学・農学部・教授 (12201)	

6. 研究組織（つづき）

	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	西川 尚志 (Nishigawa Hisashi) (60361614)	宇都宮大学・農学部・准教授 (12201)	
研究 協力者	ハルトノ セディヨ (Hartono Sedyo)		