

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2010～2013

課題番号：22405018

研究課題名(和文) トマトの病原菌は宿主植物の栽培化の過程で出現したのか？

研究課題名(英文) Did tomato pathogens emerge during domestication of the host plant?

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) 13,800,000円、(間接経費) 4,140,000円

研究成果の概要(和文)：4年間の主にペルー、チリ、メキシコのフィールド調査で野生種トマトおよび移行期トマトから分離した非病原性*F. oxysporum*をそれまでに分離・保存してあった野生種、移行期トマト、近代トマト品種由来の非病原性*F. oxysporum*と併せて分子系統解析等供し、総括として、「トマト萎凋病菌の先祖は野生種トマトに付随している非病原性*F. oxysporum*であり、メキシコにおける栽培化以降に病原関連染色体を獲得する事で萎凋病菌が出現した」と考察した。

研究成果の概要(英文)：We have made a collection of non-pathogenic *F. oxysporum* isolates from wild and transition tomato species in Andean Peru, Chile and Mexico. The isolates were subjected to phylogenetic analyses. We concluded that 'the ancient tomato wilt pathogen was non-pathogenic *F. oxysporum* associated with wild tomato species, and after domestication of tomato in Mexico the non-pathogenic isolates obtained pathogenicity maybe by gaining pathogenicity-related small chromosome.

研究分野：農学A

科研費の分科・細目：植物病理学

キーワード：トマト 病原菌 共進化 栽培化 フィールド調査 分子系統解析

1. 研究開始当初の背景

人類は、植物の「栽培化」に成功したことで安定な食料供給を達成し、現在地球上で繁栄を遂げている。植物の栽培化および育種によって、人は、サポニンやアルカロイドに代表される二次代謝産物の含量を減少させることに成功し、アクの少ない、食べておいしい栽培品種を作り上げてきた。しかしながら、サポニンやアルカロイドは元来植物体を他の生物から守るために機能していたため、人にとっておいしい栽培品種は皮肉なことに微生物にとっても「おいしいえさ」になってしまい、その結果、微生物の起こす病気が「病害」として、すなわち、食料生産の障害として顕在化した。以上は、植物の栽培化や育種といった文明の進歩に伴う病害の顕在化に関する「通説」に過ぎず、未だ証明されていないと言っても過言ではない。

申請者らは、この通説を検証すべく、「植物に定着性を有する微生物が、宿主植物の栽培化・育種の過程で共進化し、病原性を発揮できるようになった結果、病原菌となった」との仮説を立て、従来から、トマトおよびトマトの病原菌 (*Fusarium oxysporum* および *Alternaria alternata*) をモデルに解析を進めている。

トマトの起源は、南米アンデス地域(チリ、ペルー、エクアドル、ボリビア等)にあるとされる。この地域には約9種の野生種トマト属植物が現在も自生する。詳細は不明であるが、野生種トマトはアンデスからの遊牧民によって10世紀頃までにメキシコに伝播され、その後栽培化されたとされる。栽培化の過程で逸脱し、野性化(=雑草化)したトマト (*L. esculentum* var. *cerasiforme*; 以下、移行期トマト) が今でもメキシコ山間地に自生している。栽培化された当時の姿に近いと考えられるトマトの伝統品種は、現在でもメキシコの限られた地域で細々と栽培されているが、近代品種に押され、消滅の危機に瀕している (Arie 2007)。16世紀になると、トマトは、スペイン人によってメキシコから欧州にもたらされ、近代育種が行われた。近代育種の最初の中心地はイタリアのナポリであった。その後、欧州での近代育種が進められ、19世紀頃には、近代品種が多数作出され世界中に広まった (内田洋子・S. ピエールサンティ「トマトとイタリア人」2003)。このため、平成14~15年度、および、平成16~19年度に科学研究費補助金に基づいて、チリ、エクアドル、メキシコ、イタリア、日本において、フィールド調査を行い、健全および罹病トマト属植物の組織、根圏土壌の採集を行った。採集した試料から分離した糸状菌のうち、*F. oxysporum* および *A. alternata* と同定されたものを保存した。このうち、*F. oxysporum* については、病原性検定および rDNA IGS 領域の塩基配列に基づく分子系統解析を行った。

そこで得られた結果の要約は以下のとお

りである:

(1) *F. oxysporum* の分子系統樹中で、トマト萎凋病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) は3つのクラスターを形成して存在した。

(2) フィールドの野生種トマト属植物 (*L. chilense*、*L. peruvianum*、*L. pimpinellifolium*) および移行期トマト (*L. esculentum* var. *cerasiforme*) では、萎凋病罹病個体は見られなかった。

(3) 健全な、野生種トマト属植物、移行期トマト、伝統品種、近代品種から分離された *F. oxysporum* (約300株) はいずれのトマト属植物に対して病原性を持たなかった(以下、非病原性と表現)

(4) 野生種トマト属植物から分離された非病原性 *F. oxysporum* 菌株は、いずれも、系統樹中でトマト萎凋病菌と離れて位置した。

(5) メキシコで採集した移行期トマトおよび伝統品種、および、イタリア、日本等で採集した近代品種から分離された非病原性 *F. oxysporum* 菌株のうちの数株が、トマト萎凋病菌と同一のクラスター内に位置し、非常に近縁であることが判明した。

これらの結果は、当初立てた仮説を支持するとともに、トマト萎凋病菌が複系統由来であること、トマト萎凋病菌の祖先に当たる非病原性 *F. oxysporum* は野生種トマト属植物には付随していないこと、トマト萎凋病菌の祖先は移行期トマトで初めて見出せること、を示唆した。

一方、近年、トマト萎凋病菌の病原性に関連する遺伝子領域が見出されており、しかもこれらが水平移動によって伝搬される可能性が示されている。病原性関連遺伝子領域の水平移動に依れば、トマト萎凋病菌が複系統由来であることも矛盾無く説明できる。

2. 研究の目的

「植物病原菌がいつ、どこで、どのようにして生まれたのか」、という植物病理学上重要な疑問に答えるべく、トマトー病原菌をモデルに、共進化、植物の栽培化、病原性関連因子の水平移動等の観点から解析を試みている。これまでの研究の成果に基づいて、申請者らは、「**トマト萎凋病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) が、メキシコにおけるトマトの栽培化の過程で出現した**」との仮説を立てるに至った。本応募研究では、この仮説を検証するため、フィールド調査を通して、野生トマトおよび栽培化過程の移行期トマトから *F. oxysporum* を分離し、これら菌株の病原性、交配能、交配型および菌糸和合群等を検定するとともに、分子系統解析を行う。対照に、野生種トマト属植物および栽培品種を用いることで仮説を検証する。

3. 研究の方法

メキシコ、ペルー、チリのフィールド調査によって、移行期トマト、伝統品種、野生種ト

マト属植物、近代品種の植物体および根圏土壌を採集、これら試料から菌を分離、*F. oxysporum* を選抜する。分離した菌株は保存するとともに、病原性・交配能・交配型・菌糸和合群を調査、さらに、すでに保存してある菌株と併せて、分子系統解析を行い、植物に付随する *F. oxysporum* とトマト萎凋病菌との系統関係を明らかにすることで、病原菌出現の場所や時期、栽培化との関係等について考察する。さらに、病原性関連遺伝子領域の分布を併せて調査する。

4. 研究成果

(1) 2010年度調査の成果

① メキシコにおける移行期トマトおよび伝統品種の調査

メキシコの山中など僻地の小村落周辺でフィールド調査を行い（研究協力者）、細々と自生あるいは栽培されている移行期トマトおよび伝統品種を採集し、付随する菌類を分離・保存した。そのために、姉妹校であるチャピング自治大学等の海外研究協力者の協力を得て、移行期トマトおよび伝統品種が自生あるいは栽培されているフィールドを調査、植物体および根圏土壌を採集した。採集した試料からは、現地協力機関研究室および日本へ輸入後に研究室で菌類の分離を行った。比較のために、近代トマト品種も採集し、菌を分離した。

② ペルーの調査準備

2011年度の野生種トマト属植物の調査フィールド調査に向けて、ラモリーナ大学および国際バレイショセンター（CIP）を訪問（代表者および分担者）、連絡調整を行うとともに、海外研究協力者の協力を得て2種の野生種トマトの予備採集を行い、植物種の分子系統解析、付随する菌類の分離・保存を行った。

③ 日本の研究室における解析

採集・輸入したトマト属植物の組織および根圏土壌から、分離した菌については、保存するとともに同定を行い、その内の *F. oxysporum* の一部について、1) トマト属植物への接種による病原性検定、2) rDNA ITS、rDNA IGS 等のゲノム領域の塩基配列を決定、3) 分子系統解析、4) 交配型検定、5) 菌糸和合群検定、を行った。また、一部の試料の植物組織や土壌から DNA を抽出し、DGGE 解析を行い、植物組織や土壌の微生物多様性に関する知見も集積した

(2) 2011年度調査の成果

① メキシコにおける移行期トマトおよび伝統品種から分離した *F. oxysporum* の分子系統、性状調査

2010年度のフィールド調査およびそれ以前の調査でメキシコの山中など僻地の小村落周辺から採集した移行期トマトおよび伝統品種トマトおよび根圏土壌からの菌類の

分離を完了、分離・保存したトマトに付随する菌類の同定、そのうち *F. oxysporum* について病原性等の性状調査および分子系統解析を行った。姉妹校であるチャピング自治大学等との共同研究である。

② ペルーにおけるフィールド調査

2011年9月に、リマ北方の Huaral 地域およびペルー南部の Arequipa 地域の山間部を中心にフィールド調査を実施、*S. habrochaites*、*S. chilense*、*S. peruvianum*、*S. pennellii* の4種の野生種トマト属植物および根圏土壌を採集した。ラモリーナ大学との共同研究である。採集した試料は、現地および日本へ輸入後に研究室で菌類の分離に供した。

フィールド調査の記録は以下のとおりである。

日程：2011年9月1～9日

訪問地：リマ、アレキパ周辺のフィールド（ペルー共和国）

調査メンバー：有江力、稲見圭悟、柏毅（東京農工大学）、児玉基一朗（鳥取大学）

現地協力者：Liliana Aragón 氏、ビンセント氏（ラモリーナ農業大学）、Fátima Cáceres de Baldarrago（サンオーガスチン大学）

概要：

9月1日深夜にリマへ到着。

9月2日は Liliana Aragón 氏の案内でラモリーナ農業大学を訪問、学長と会談した。その後、大学に併設された農場および植物病院を見学した。

9月3日はリマ郊外のフィールドへ野生種トマトを採集に向かった。この際、Liliana Aragón 氏とビンセント氏の案内のもと、野生種トマトの植物体および根圏土壌を採集した。

9月4日はペルー南部のアレキパへ移動、ここからサンオーガスチン大学 Fátima Cáceres de Baldarrago 氏にも同行戴き、野生種トマトの形態的特徴に関する助言を頂いた。

9月5～6日はアレキパ近郊のフィールドで採集、野生種トマト植物体等を採集した。

9月7日はアレキパからリマへ移動し、同日深夜にリマを発った。

採集位置、採集した野生種トマト土壌および植物体：

リマ近郊フィールド

S11 19.194 W76 52.285 *Solanum habrochaites*, *S. pimpinellifolium*

S11 19.207 W76 52.296 *S. habrochaites*

S11 21.435 W76 48.816 *S. habrochaites*

S11 21.421 W76 48.844 *S. habrochaites*

アレキパ近郊フィールド

S16 24.953 W71 28.042 *S. peruvianum*

S16 25.059 W71 27.380 *S. peruvianum*

S16 24.921 W71 27.085 *S. peruvianum*

S16 17.684 W71 38.887 *S. peruvianum*

S16 17.743 W71 38.483 *S. peruvianum*

S16 01.329 W72 29.296 *S. pennellii*

S16 01.192 W72 29.237 S.
pimpinellifolium
S16 01.264 W72 29.264 *S. pennellii*
S17 09.790 W70 52.356 *S. chilense*
S17 08.801 W70 51.404 *S. chilense*
S17 07.544 W70 50.431 *S. chilense*
S17 00.680 W72 01.353 S.
pimpinellifolium
S17 00.161 W72 03.892 *S. peruvianum*

③ 日本の研究室における解析

採集・輸入したトマト属植物の組織および根圏土壌から、分離した菌については、保存するとともに同定を行い、その内の *F. oxysporum* の一部について、(1)③と同様の解析を行った。また、一部の試料の植物組織や土壌から DNA を抽出し、DGGE 解析を行い、植物組織や土壌の微生物多様性に関する知見も集積した。ペルー由来試料から分離した *F. oxysporum* の系統樹中の一について、トマト萎凋病菌との比較解析を開始した。

(3) 2012 年度調査の成果

① ペルーにおけるフィールド調査

ペルー北部においてフィールド調査を実施、野生種 *S. pimpinellifolium* の植物組織および根圏土壌の採集を行った。現地協力機関であるラモリーナ大学等研究者に協力いただいた。採集した試料からは、ラモリーナ大学研究室および日本へ輸入後に研究室で菌類の分離を行った。分離した菌については、保存するとともに同定を行った。

フィールド調査の記録は以下のとおりである。

日程：2012 年 10 月 2～8 日

訪問地：チクラヨ周辺のフィールド（ペルー共和国）

同行者：有江力、柏毅（東京農工大学）、児玉基一郎（鳥取大学）

現地協力者：Liliana Aragón 氏（ラモリーナ農業大学）、Fátima Cáceres de Baldarrago（サンオーガスチン大学）

概要：

10月2日に日本を発ち、同日夜にリマへ到着。10月3日朝にペルー北部のチクラヨへ移動し、近郊のフィールドで採集を行った。この際、前年と同様に Liliana Aragón 氏と Fátima Cáceres de Baldarrago 氏に同行頂き、野生種トマトの形態的特徴に関して助言頂いている。10月4-5日も、近郊のフィールドで採集を行った。10月5日夜にチクラヨからリマへ移動し、10月6日に深夜にリマを発った。採集位置（南緯、西経）、採集した野生種トマト（土壌および植物体）：

S6 37.599 W79 53.264 *S. pimpinellifolium*
S6 30.710 W79 51.206 *S. pimpinellifolium*
S6 11.995 W79 41.950 *S. pimpinellifolium*
S5 58.529 W79 44.980 *S. pimpinellifolium*
S5 54.819 W79 46.347 *S. pimpinellifolium*
S7 16.452 W79 16.821 *S. pimpinellifolium*

S7 16.421 W79 15.932 *S. pimpinellifolium*
S7 13.317 W79 11.625 *S. pimpinellifolium*
S6 33.147 W79 45.766 *S. pimpinellifolium*
S6 28.512 W79 47.500 *S. pimpinellifolium*
S6 28.078 W79 49.539 *S. pimpinellifolium*

② 日本の研究室における解析

分離・保存した菌株のうち *F. oxysporum* について、(1)(c)と同様の解析を行った。また、DGGE 解析を行い、植物組織や土壌の微生物多様性に関する知見も集積するために、一部試料の植物組織や土壌から DNA を抽出した。

③ 日本産トマト萎凋病菌の分子系統および病原性決定因子の解析

比較対象用に、日本各地由来のトマト萎凋病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) の収集、病原性・レース、非病原性遺伝子領域、分子系統、交配型等の解析を継続した。千葉県産トマト萎凋病菌レース 2 菌株が、従来報告されていない新規の病原型であることが明らかになり、病原性進化解析の新たな材料として解析を進めることとした。

(4) 2013 年度調査の成果

① チリにおけるフィールド調査

チリ北部（イキケ～アリカ周辺）において野生種 *S. peruvianum* および *S. chilense* の植物組織や根圏土壌を採集、日本へ輸入後に研究室で菌類の分離を行った。分離した菌については、保存するとともに同定を行った。

フィールド調査の記録は以下のとおりである。

日程：2013 年 11 月 6～17 日

訪問地：ボゴタ（コロンビア共和国）、アリカ、イキケ、サンチアゴ（チリ共和国）

同行者：有江力、寺岡徹、柏毅（東京農工大学）、児玉基一郎（鳥取大学）

現地協力者：小林貞夫氏（コロンビア農牧研究公社）

概要：

11月6日に日本を発ち、同日夜にボゴタへ到着した。11月7日にコロンビア農牧研究公社を訪れ、研究所内を見学した。11月8日には同公社で開催された学会大会 XIII Congreso Nacional de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos に参加、研究成果に基づく招待講演「Emergence of wilt pathogen and its races in the history of domestication and breeding of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)」を行った。11月9日はボゴタ近郊のフィールドで採集を行い、同日深夜にサンチアゴへ移動した。11月10日はサンチアゴからイキケへ移動し、11月11日はイキケ近郊のフィールドで採集を行った。11月12日にアリカへ車で移動、道中のフィールドで採集を行った。11月13日にサンチアゴへ移動、11月15日深夜にサンチアゴを発った。

採集位置、採集した植物（土壌および植物

体) :

ボゴタ近郊フィールド

N4 29.568 W74 22.706 *Physalis* sp.

イケケおよびアリカ近郊フィールド

S19 24.254 W69 35.639 *S. peruvianum*

S19 20.674 W69 30.293 *S. chilense*

S19 19.318 W69 27.089 *S. chilense*

S19 18.782 W69 25.450 *S. chilense*

S18 24.699 W70 12.715 *S. peruvianum*

S18 25.051 W70 06.216 *S. chilense*

S18 28.641 W69 50.960 *S. chilense*

S18 27.662 W69 47.682 *S. chilense*

S18 25.784 W69 43.120 *Solanum* sp.

S18 16.376 W69 34.838 *S. chilense*

S18 12.531 W69 32.617 *S. chilense*

② 日本の研究室における解析

分離・保存した菌株のうち *F. oxysporum* について、(1)③と同様の解析を行った。また、DGGE 解析を行い、植物組織や土壌の微生物多様性に関する知見も集積するために、一部試料の植物組織や土壌から DNA を抽出した。

③ 研究の総括

4年間のフィールド調査で主に野生種トマトから分離した非病原性 *F. oxysporum* をそれまでに分離・保存してあった野生種、移行期トマト、近代トマト品種由来の非病原性 *F. oxysporum* と併せて分子系統解析 (図1) 等に供し、総括として、「トマト萎凋病菌の先祖は野生種トマトに付随している非病原性 *F. oxysporum* であり、メキシコにおける栽培化以降に病原関連染色体を獲得する事で萎凋病菌が出現した」と考察した。

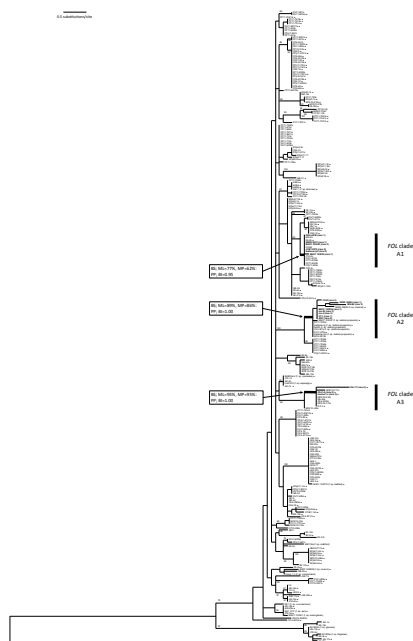


図1 野生種トマト、移行期トマトから分離した非病原性 *F. oxysporum* にはトマト萎凋病菌に近縁の菌株が存在する

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13件)

① Inami K, Kashiwa T, Kawabe M, Onokubo-Okabel A, Ishikawa N, Pérez ER, Hozumi T, Caballero LA, de Baldarrago FC, Roco MJ, Madadi KA, Peever TL, Teraoka T, Kodama M, Arie T (2014) The tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* shares common ancestors with nonpathogenic *F. oxysporum* isolated from wild tomatoes in Peruvian Andes. *Microbe & Eviron*: in press, doi: 10.1264/jsme2.ME13184 [査読有]

② Kashiwa T, Inami K, Fujinaga M, Ogiso H, Yoshida T, Teraoka T, Arie T (2013) An avirulence gene homologue in the tomato wilt fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 1 functions as a virulence gene in the cabbage yellows fungus *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans*. *J Gen Plant Pathol* **79**:412-421, doi: 10.1007/s10327-013-0471-5 [査読有]

③ Kaneko I, Iyama-Kadono M, Togashi-Nishigata K, Yamaguchi I, Teraoka T, Arie T (2013) Heterotrimeric G protein β subunit GPB1 and MAP kinase MPK1 regulate hyphal growth and female fertility in *Fusarium sacchari*. *Mycoscience* **54**:148-157, doi: 10.1016/j.myc.2012.09.008 [査読有]

④ Inami K, Yoshioka-Akiyama C, Morita Y, Yamasaki M, Teraoka T, Arie T (2012) A genetic mechanism for emergence of races in *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: Inactivation of avirulence gene *AVR1* by transposon insertion. *PLoS ONE* **7**:e44101, doi: 10.1371/journal.pone.0044101 [査読有]

⑤ Kheder AA, Akagi Y, Takao K, Akamatsu H, Kodama M (2012) Fungal growth and in planta distribution of host-specific AAL-toxin in tomato plants infected with the tomato pathotype of *Alternaria alternata*. *Mycotoxins* **62**:7-13 [査読有]

⑥ Kheder AA, Akagi Y, Yanaga K, Maekawa N, Otani H, Tsuge T, Kodama M (2012) Functional analysis of the melanin biosynthesis genes *ALM1* and *BRM2-1* in the tomato pathotype of *Alternaria alternata*. *J Gen Plant Pathol* **78**:30-38, doi: 10.1007/s10327-011-0356-4 [査読有]

⑦ 稲見圭悟・秋山千津・森田泰彰・斧窪明子・石川暢子・児玉基一朗・平野泰志・川部眞登・穂積拓夫・Perez ER・A-Caballero LM・Peever TL・對馬誠也・寺岡徹・有江力 (2012) トマト萎凋病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* の分子系統と病原性進化について. *植物病原菌類談話会講演要旨集* **12**: 11-16 [査読無]

⑧ Kawabe M, Onokubo A, Arimoto Y, Yoshida T, Azegami K, Teraoka T, Arie T (2011) GMC oxidoreductase, a highly expressed

protein in a potent biocontrol agent *Fusarium oxysporum* Cong:1-2, is dispensable for biocontrol activity. *J Gen Appl Microbiol* **4**:207-217 (2011), doi: 10.2323/jgam.57.207 [査読有]

⑨ Stewart JE, Kawabe M, Abdo Z, Arie T, Peever TL (2011) Contrasting codon usage patterns and purifying selection at the mating locus in putatively asexual *Alternaria* Fungal species. *PLoS ONE* **6**: E20083, doi: 10.1371/journal.pone.0020083 [査読有]

⑩ Inami K, Yoshioka C, Hirano Y, Kawabe M, Tsushima S, Teraoka T, Arie T (2010) Real-time PCR for differential determination of the tomato wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, and its races. *J Gen Plant Pathol* **76**: 116-121, doi: 10.1007/s10327-010-0224-7 [査読有]

⑪ Uehara T, Sugiyama S, Matsuura H, Arie T, Masuta C. (2010) Resistant and susceptible responses in tomato to cyst nematode are differentially regulated by salicylic acid. *Plant Cell Physiol* **51**: 1524-1536, doi: 10.1093/pcp/pcq109 [査読有]

⑫ Arie T (2010) Phylogeny and Phytopathogenicity mechanisms of soilborne *Fusarium oxysporum*. *J Gen Plant Pathol* **76**:403-405 [査読無]

⑬ 有江力 (2010) 土壌伝染性フザリウム病の発病機構と分子系統解析に関する研究. *日植病報* **76**:121-123 [査読無]

[学会発表] (計 10 件)

① Arie T・Kodama M・Kashiwa T・Inami K・Kawabe M・Teraoka T (2013) Emergence of wilt pathogen and its races in the history of domestication and breeding of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) 13th Congress on crop breeding and production (招待講演) 11月8日 (Bogota)

② 佐藤暁・柏毅・鈴木達哉・寺岡徹・有江力 (2013) 千葉県で分離されたトランスポゾン挿入 *AVR1* 保持トマト萎凋病菌. 平成 25 年度日本植物病理学会大会 3月28日 (岐阜市)

③ 山崎睦子・森田泰彰・柏毅・寺岡徹・有江力 (2013) ニラ乾腐病菌 *Fusarium oxysporum* の分化型の同定とネギ萎凋病菌との分子系統関係. 平成 25 年度日本植物病理学会大会 3月27日 (岐阜市)

④ 柏毅・稲見圭悟・藤永真史・小木曾秀紀・寺岡徹・有江力 (2012) キャベツ萎黄病菌における *SIX4* の機能はトマト萎凋病菌と同じか? 第 11 回糸状菌コンファレンス 11月12~13日 (名古屋市)

⑤ 稲見圭悟・(4名)・児玉基一郎・(7名)・寺岡徹・有江力 (2012) トマト萎凋病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* の分子系統と病原性進化について. 日本植物病理学会第 12 回植物病原菌類談話会 (招待講演) 3月30日 (福岡市)

⑥ Inami K, Kashiwa T, (3名), Teraoka T, Arie T (2012) Evolutionary paths of an

avirulence/virulence gene, *SIX4*, in *Fusarium oxysporum*. The 2nd Korea-Japan Joint Symposium 3月30日 (Fukuoka)

⑦ 有江力 (2011) *Fusarium oxysporum* とその病原型の識別・定量検出技術. 農研機構セミナー「野菜の土壌病害防除における環境保全的対策研究の最前線」(招待講演) 10月20日 (京都市)

⑧ 山崎睦子, 森田泰彰, 稲見圭悟, 寺岡徹, 有江力 (2011) 乾腐症状を示すニラ罹病株から分離された *Fusarium* 属菌の分子系統と病原性. 平成 23 年度日本植物病理学会関西西部会 10月1日 (高松市)

⑨ 稲見圭悟, 森田泰彰, 寺岡徹, 有江力 (2011) 乾腐症状を示すニラ罹病株から分離された *Fusarium* 属菌の分子系統と病原性.

第 8 回フザリウム研究会 8月25日 (福山市)

⑩ 稲見圭悟・(4名)・寺岡徹・有江力 (2011) 分子系統と非病原力遺伝子から見た日本産トマト萎凋病菌のレース分化に関する考察. 第 8 回フザリウム研究会 8月25日 (福山市)

[図書] (計 1 件)

駒田 旦ら編 (2011) フザリウム-分類と生態・防除 (分担執筆) 全国農村教育協会 p. 773 (pp. 81-83)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

有江力 (ARIE, Tsutomu)

東京農工大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号: 00211706

(2) 研究分担者

児玉基一郎 (KODAMA, Motoichiro)

鳥取大学・農学部・教授

研究者番号: 00183343

寺岡 徹 (TERAOKA, Tohru)

東京農工大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号: 60163903

(3) 海外研究協力者

CABALLERO, Aragon Liliana

国立ラ・モリーナ農業大学・農学部・教授

FATIMA, Ceres de Baldarrago

サンオーガスチン大学・理学部・教授

(4) 研究協力者

稲見圭悟 (INAMI Keigo)

東京農工大学・大学院連合農学研究科・学生

柏毅 (KASHIWA Takeshi)

東京農工大学・大学院農学府