

令和 4 年 5 月 27 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03271

研究課題名(和文) 集団ゲノムから探るペチュニア属植物の生殖形質進化

研究課題名(英文) Population genomic studies on mating system evolution in Petunia

研究代表者

土松 隆志 (Tsuchimatsu, Takashi)

東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・准教授

研究者番号：60740107

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：自家受精する植物でしばしば見られる花形質群「自殖シンドローム」の進化過程を明らかにすることを目的に、ナス科ペチュニア属植物を用いた進化遺伝学的解析を行った。野生系統でみられた自殖シンドローム関連形質の変異の原因遺伝子座をQTL解析から多数同定した。さらに、自家不和合性遺伝子座の塩基配列解析を多検体かつ網羅的に行つ新規手法を確立し、その手法を適用することで自家和合化の進化過程を推定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自家受精する植物には、花が小型化している、花粉数が少ないなどの典型的な性質が多くあり、これらの形質群をまとめて「自殖シンドローム」と呼びます。本研究では、自殖シンドロームがみられるナス科ペチュニア属植物を用いて、その進化の遺伝的背景を明らかにすることを目指しました。自殖シンドロームの原因となる遺伝子座を複数同定することに成功したほか、自殖性に関連する遺伝子を効率よく検出する新手法も確立しました。

研究成果の概要(英文)：We performed evolutionary genetic analyses in Petunia (Solanaceae) to understand the evolutionary process of the selfing syndrome, a set of traits typically observed in selfing species. By QTL mapping, we identified numbers of loci responsible for traits involved in the selfing syndrome. We also developed a novel high-throughput method to identify alleles for self-incompatibility, and inferred the evolutionary process of self-compatibility by using the method.

研究分野：進化生物学

キーワード：自殖 自家不和合性 生殖様式 自殖シンドローム

1. 研究開始当初の背景

生物が環境に適応する過程は複雑であり、ある単一の形質の進化だけではなく、複数の形質が協調的に連動して進化するような、「シンドローム」的進化がみられることが多い。植物における自家受精(自殖)の進化はその典型例であり、自殖の進化の過程では、自家不和合性の不活性化、花弁の退縮、花粉数の減少と胚珠数の増加、葯と柱頭の物理的接近など、多くの生殖関連形質が連動して進化する「自殖シンドローム」が古くから報告されてきた。

植物において自家受精は何度も繰り返し進化したことが知られており、「自殖シンドローム」の進化の過程やメカニズムを解明することは、複合的形質の進化にみられる普遍的なパターンの理解に繋がると考えられる。自殖の進化に関しては、モデル植物シロイヌナズナでこれまで多く研究が行われてきた。しかしながら、シロイヌナズナで自殖進化の研究を行う決定的な問題点として、他殖性の最近縁種との分岐が非常に古く、染色体構造も大きく異なっており相互交配が不可能であるという点があった。そのため、自殖シンドロームに関わる各形質を遺伝学的に解剖し、各形質の進化の順序など、その進化過程を詳細に明らかにすることは限界があった。実際に、シロイヌナズナの発生遺伝学的な研究から花器官発生に関わる遺伝子はいくつか単離されてはいるものの、それらが自殖シンドロームの進化に寄与したことを示した研究はない。

そこで私たちが新たなモデル系として注目したのが、ナス科ペチュニア属植物である。ペチュニア野生種には、自家不和合系統と自家和合系統の両方が知られている。また、自家不和合・自家和合系統は比較的最近に分化し(約10万年前)互いに交配可能で後代が作出でき、自家不和合・自家和合各系統で全ゲノム解読済みであるなど、ペチュニア属植物は遺伝学・集団ゲノミクスに非常に好適な系である。

また、自殖の進化に関わるペチュニア属植物の興味深い特徴として、最近明らかになった新奇の自家不和合性メカニズムが挙げられる。ペチュニア属の属するナス科では、自家不和合性遺伝子座(*S* 遺伝子座)に座乗する雌遺伝子 *S-RNase* と雄遺伝子 *SLF* による配偶体型自家不和合性が知られているが、近年この分子メカニズムの詳細が明らかになった(Kubo et al. 2010 Science; Kubo et al. 2015 Nature Plants ほか)。もともと自家不和合性とは、自己の花粉を雌しべが認識し、拒絶する「自己認識型」のシステムであると考えられてきたが、ペチュニアで明らかになったシステムは「非自己認識型」であり、雌側因子 *S-RNase* は花粉管内のRNAを分解するRNA分解酵素、雄側因子 *SLF* はその阻害剤である。各 *S* 対立遺伝子は多数の *SLF* を持ち、他家受精の際には *SLF* が *S-RNase* の働きを阻害し、受精が成功する。このような複雑なシステムが明らかになったものの、これまでの分子機構に関する研究はペチュニアの栽培種など人為的に確立された限られた系統を用いたものに留まっている。そのため、このシステムが野生集団でどのように進化するか、特にこのシステムのもとで自家和合性がどのように進化するかについては、まだ十分に明らかになっていない。

2. 研究の方法

本研究では、ペチュニア属植物の自家和合系統にみられる自殖関連の各形質を遺伝学的に解剖し、その進化過程を詳細に明らかにすることを目的とする。具体的に以下の2つの問題を明らかにする:(1) 自家不和合性から自家和合性への進化はどのように起きたのか (2) 自殖シンドロームに関わる花形質はどのように進化したか。

3. 研究の方法

以下の方法により実施した。(1) 野生系統の表現型データ取得、(2) 全ゲノムリシーケンシング解析による集団構造解析、(3) QTL 解析による自殖シンドローム関連遺伝子座の同定 (4) *S-RNase* 遺伝子の多検体・網羅的解析手法の確立 (5) 自家和合性の原因遺伝子座の QTL 解析・*S* 遺伝子座解析

4. 研究成果

(1) 野生系統の表現型計測: *Petunia axillaris* を千葉大学及び東京大学において栽培し、計30系統について、自家不和合性の有無、葯・柱頭間距離、1花あたり花粉数、1花あたり胚珠数、花形態形質(花冠幅、花筒幅、花筒長等)、開花期間長の各形質のデータを取得した結果、系統間・亜種間で大きな変異がみられることが明らかになった。具体的には、自家不和合性をもつ *P. axillaris* subsp. *axillaris* の集団では花弁サイズが大きく、花粉数が多いといった傾向がみられた一方、自家和合性の *P. axillaris* subsp. *parodii*, *P. axillaris* subsp. *subandina* では中程度、さらに自家和合性の *P. axillaris* subsp. *parodii* の一部集団、*P. occidentalis* では極めて花弁サイズが小さく、花粉数が減少していることが明らかになり、自殖シンドロームの進化の程度が集団・亜種により異なることが明らかになった。

(2) リシーケンス解析による集団構造の把握：30 系統について Illumina Hiseq/DNBseq によるリシーケンス解析を行った。その結果、亜種ごとに明確なクラスターが見いだされたほか、近交係数（自殖の程度）に集団・亜種ごとに違いが見られた。また、花粉数や花弁サイズと推定自殖率には負の相関が見られ、花表現型の変異がたしかに自殖シンドロームであることが明らかになった。また、*P. axillaris* subsp. *parodii*、*P. occidentalis* では独立に花の小型化・花粉数の減少などの自殖シンドロームの進化が起きたことが推定された。

(3) QTL 解析による自殖シンドローム関連遺伝子座の同定：独立に自殖シンドロームの進化が起きたと考えられる *P. axillaris* subsp. *parodii*、*P. occidentalis* に着目し、それぞれを *P. axillaris* subsp. *axillaris* と交配させて得られた 2 種類の F2 集団を用いた QTL 解析により、自殖シンドロームの遺伝的基盤の解明を目指した。その結果、これらの 2 種において、自殖シンドロームに関わる遺伝子座は一部共通していることが分かった。さらに、強い相関を示した形質は部分的に QTL が重複していたことから、連動した形質の進化は多面発現あるいは複数遺伝子の連鎖によるものであることが明らかになった。2 種類の F2 集団で共通して、繁殖形質(花粉数)と形態形質(花冠幅)といった形質カテゴリーを越えて制御する遺伝子座が見られ、このような遺伝子座が ペチュニア属における連動した形質の急速な進化に貢献していると考えられた。

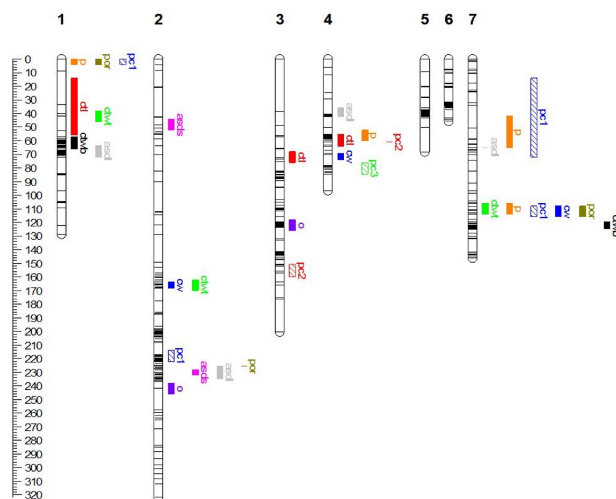


図1 *P. axillaris* subsp. *parodii* と *P. axillaris* subsp. *axillaris* と交配させて得られた F2 集団を用いた自殖シンドローム関連形質の QTL 解析の概要図。

(4) *S-RNase* 遺伝子の多検体・網羅的解析手法の確立：自家不和合性から自家和合性の進化の遺伝的背景を研究するにあたり、*S* 遺伝子座の塩基配列の迅速かつ多検体の解析は必須である。しかしながら、*S-RNase*/SLF の両遺伝子は極めて遺伝的多様性が高く、効率的なジェノタイピング手法が確立されていなかった。そのため本研究では、Nanopore シーケンサーによる花柱の RNA シーケンスとクラスタリングを組み合わせる手法をまず開発した。これにより、ペチュニア属の自家不和合性個体に由来する 50 種類を超える *S* 対立遺伝子の網羅的同定に成功した。*S* 対立遺伝子はどの集団でも低頻度で維持されていることと、集団間の *S* 対立遺伝子の共有度は低いこと、ナス科の他属との間でも *S-RNase* の機能的構造が維持されていること、属分化以前から *S-RNase* が共有されていたことなどが明らかになった。

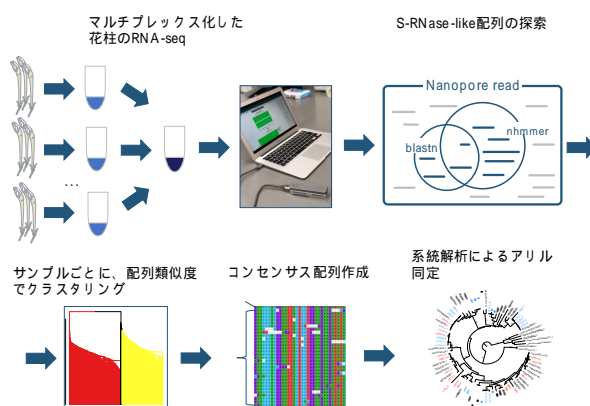


図2 *S-RNase* をロングリードシーケンサーによる RNAseq で検出する手法の概要。

(5) 自家和合性進化の遺伝的背景：*S-RNase* 遺伝子の解析手法が確立されたので、本手法を自家和合性の *P. axillaris* の各系統に適用し、*S* 対立遺伝子の同定を試みた。その結果、既知のアリルを含む 2 種類の *S* 対立遺伝子が検出され、自家和合性の独立進化が示唆された。続いて、そのうちの 1 種類の *S* 対立遺伝子をもつ自家和合系統と、自家不和合系統とを交配させた F2 集団において、自家和合性の原因遺伝子座に関する QTL 解析を行ったところ、1 つの高いピークが検出され、1 遺伝子座の変化により自家和合性の進化が起きたと考えられた。

以上の研究から、ペチュニア属における自殖シンドロームの野生集団での実態と関連遺伝子座が明らかになったことで、その進化を詳細に解明する基盤が整ったと言える。今後、網羅的発現解析等を組み合わせる自殖シンドローム・自家和合性遺伝子の単離が期待される。また、ペチュニアにおける研究に加えて、シロイヌナズナにおいて花粉数の減少に関わった遺伝子も研究代表者らにより報告された。今後、様々な植物種での自殖シンドローム関連遺伝子の比較解析などが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Bamba Masaru, Aoki Seishiro, Kajita Tadashi, Setoguchi Hiroaki, Watano Yasuyuki, Sato Shusei, Tsuchimatsu Takashi	4. 巻 96
2. 論文標題 Massive rhizobial genomic variation associated with partner quality in Lotus?Mesorhizobium symbiosis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 FEMS Microbiology Ecology	6. 最初と最後の頁 fiaa202
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/femsec/fiaa202	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 Suwabe Keita, Nagasaka Kaori, Windari Endang Ayu, Hoshiai Chihiro, Ota Takuma, Takada Maho, Kitazumi Ai, Masuko-Suzuki Hiromi, Kagaya Yasuaki, Yano Kentaro, Tsuchimatsu Takashi, Shimizu Kentaro K., Takayama Seiichi, Suzuki Go, Watanabe Masao	4. 巻 11
2. 論文標題 Double-Locking Mechanism of Self-Compatibility in Arabidopsis thaliana: The Synergistic Effect of Transcriptional Depression and Disruption of Coding Region in the Male Specificity Gene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 576140
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpls.2020.576140	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 Tsuchimatsu Takashi, Kakui Hiroyuki, Yamazaki Misako, Marona Cindy, Tsutsui Hiroki, Hedhly Afif, Meng Dazhe, Sato Yutaka, St?dler Thomas, Grossniklaus Ueli, Kanaoka Masahiro M., Lenhard Michael, Nordborg Magnus, Shimizu Kentaro K.	4. 巻 11
2. 論文標題 Adaptive reduction of male gamete number in the selfing plant Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2885
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-020-16679-7	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 Gutierrez Ortega Jose Said, Salinas Rodriguez Mara Magdalena, Ito Takuro, Prez Farrera Miguel Angel, Vovides Andrew P., Martnez Jose F., Molina Freaner Francisco, Hernandez Lpez Antonio, Kawaguchi Lina, Nagano Atsushi J., Kajita Tadashi, Watano Yasuyuki, Tsuchimatsu Takashi, Takahashi Yuma, Murakami Masashi	4. 巻 227
2. 論文標題 Niche conservatism promotes speciation in cycads: the case of <i>Dioon merolae</i> (Zamiaceae) in Mexico	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 1872 ~ 1884
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.16647	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 Fujii Sota, Tsuchimatsu Takashi, Kimura Yuka, Ishida Shota, Tangpranomkorn Surachat, Shimosato-Asano Hiroko, Iwano Megumi, Furukawa Shoko, Itoyama Wakana, Wada Yuko, Shimizu Kentaro K., Takayama Seiji	4. 巻 5
2. 論文標題 A stigmatic gene confers interspecies incompatibility in the Brassicaceae	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Plants	6. 最初と最後の頁 731 ~ 741
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-019-0444-6	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 Bamba Masaru, Aoki Seishiro, Kajita Tadashi, Setoguchi Hiroaki, Watano Yasuyuki, Sato Shusei, Tsuchimatsu Takashi	4. 巻 32
2. 論文標題 Exploring Genetic Diversity and Signatures of Horizontal Gene Transfer in Nodule Bacteria Associated with <i>Lotus japonicus</i> in Natural Environments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Plant-Microbe Interactions	6. 最初と最後の頁 1110 ~ 1120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/MPMI-02-19-0039-R	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 Tsuchimatsu Takashi, Yasuda Shinsuke, Takada Yoshinobu, Kitashiba Hiroyasu, Niikura Satoshi, Fujimoto Ryo, Kakizaki Tomohiro	4. 巻 21
2. 論文標題 The frontier of self-incompatibility study in Brassicaceae and its use in breeding field	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Breeding Research	6. 最初と最後の頁 61 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1270/jsbbr.21.W03	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 Kurata Seikan, Sakaguchi Shota, Mishima Hitomi, Tsuchimatsu Takashi, Ito Motomi	4. 巻 96
2. 論文標題 Development and characterization of nuclear microsatellite markers to reveal the neutral demographic background of flower color polymorphism in <i>Geranium thunbergii&/i>; (Geraniaceae)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Genes and Genetic Systems	6. 最初と最後の頁 99 ~ 104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1266/ggs.20-00062	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 Tateyama Hirofumi, Chimura Kaori, Tsuchimatsu Takashi	4. 巻 34
2. 論文標題 Evolution of seed mass associated with mating systems in multiple plant families	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Evolutionary Biology	6. 最初と最後の頁 1981 ~ 1987
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jeb.13949	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 Kakui Hiroyuki, Tsuchimatsu Takashi, Yamazaki Misako, Hatakeyama Masaomi, Shimizu Kentaro K.	4. 巻 12
2. 論文標題 Pollen Number and Ribosome Gene Expression Altered in a Genome-Editing Mutant of REDUCED POLLEN NUMBER1 Gene	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.768584	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 Tsuchimatsu Takashi, Fujii Sota	4. 巻 -
2. 論文標題 The selfing syndrome and beyond: diverse evolutionary consequences of mating system transitions in plants	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rstb.2020.0510	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 角井 宏行、土松 隆志、山崎 美紗子、清水 健太郎	4. 巻 -
2. 論文標題 シロイヌナズナの花粉数を制御する遺伝子 - 少ない花粉と生育メリットを両立するカギ	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Academist Journal	6. 最初と最後の頁 -
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 該当する

1. 著者名 角井 宏行、土松 隆志、山崎 美紗子、清水 健太郎	4. 巻 79
2. 論文標題 花粉数を制御する遺伝子の発見	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 バイオサイエンスとインダストリー	6. 最初と最後の頁 32~33
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 該当する

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 土松隆志
2. 発表標題 自家不和合性と自家受精の進化のゲノム基盤
3. 学会等名 オンライン植物研究者の会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前之園大雅、黒沼尊紀、上原浩一、渡辺均、土松隆志
2. 発表標題 野生ペチュニアにおける自家不和合性遺伝子座の網羅的配列解析手法の確立
3. 学会等名 日本進化学会第22回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、田中啓介、太治輝昭、豊田敦、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 全ゲノムデータからみたヒメミカヅキモの自殖系統におけるホメオログ間組み換え
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 豎山裕文、土松隆志
2. 発表標題 自殖種は他殖種より種子が小さいか? : メタ解析によるアプローチ
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 土金勇樹、川口也和子、上原浩一、土松隆志
2. 発表標題 ゲノム量から明らかにするヒメミカヅキモの多様性
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 番場大、青木誠志郎、梶田忠、瀬戸口浩彰、綿野泰行、佐藤修正、土松隆志
2. 発表標題 マメ科植物-根粒菌共生関係における遺伝子型 × 遺伝子型 (G × G) 相互作用に関連する植物遺伝子座にかかる自然選択
3. 学会等名 日本共生生物学会第4回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashi Tsuchimatsu
2. 発表標題 The evolutionary maintenance of diverse self-incompatibility systems in flowering plants
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Bamba, S. Aoki, T. Kajita, H. Setoguchi, Y. Watano, S. Sato, and T. Tsuchimatsu
2. 発表標題 Genetic basis underlying the plant fitness variation in a nitrogen-fixing plant-microbe symbiosis
3. 学会等名 日本進化学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川口也和子, 土金勇樹, 田中啓介, 太治輝昭, 豊田敦, 西山智明, 関本弘之, 土松隆志
2. 発表標題 接合藻ヒメミカヅキモにおける生殖様式の平行進化：全ゲノムデータから探る
3. 学会等名 日本進化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 番場大, 青木誠志郎, 梶田忠, 瀬戸口浩彰, 綿野泰行, 佐藤修正, 土松隆志
2. 発表標題 ミヤコグサ野生系統の生育と共生根粒菌ゲノムの関連
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川口也和子, 土金勇樹, 田中啓介, 太治輝昭, 豊田敦, 西山智明, 関本弘之, 土松隆志
2. 発表標題 接合藻ヒメミカツキモにおける生殖様式の進化: 有性生殖関連遺伝子の系統間比較
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木星紀, 渡辺均, 上原浩一, 土松隆志 ペチュニア属植物における花形質の変異及びRAD-seqによる集団構造の解析
2. 発表標題 ペチュニア属植物における花形質の変異及びRAD-seqによる集団構造の解析
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土松隆志
2. 発表標題 自家不和合性システムと自家受精の進化
3. 学会等名 日本シダ学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 番場大, 青木誠志郎, 梶田忠, 瀬戸口浩彰, 綿野泰行, 佐藤修正, 土松隆志
2. 発表標題 マメ科植物-根粒菌共生関係の多様性創出に関連する根粒菌ゲノム領域
3. 学会等名 植物微生物学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土松隆志
2. 発表標題 植物における自家不和合性システムと自家受精の進化
3. 学会等名 岡山大学昆虫学土曜セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前之園大雅、磯野一帆、畑井美穂、黒沼尊紀、上原浩一、久保健一、渡辺均、土松隆志
2. 発表標題 ペチュニア野生集団の自家不和合性遺伝子の網羅的同定とその進化動態
3. 学会等名 日本生態学会第69回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、田中啓介、太治輝昭、豊田敦、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 ヒメミカヅキモにおける顕著なゲノムサイズ多型の進化的起源と発現パターンへの影響
3. 学会等名 日本生態学会第69回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 前之園大雅、黒沼尊紀、上原浩一、久保健一、渡辺均、土松隆志
2. 発表標題 ペチュニア野生集団における自家不和合性遺伝子の網羅的探索と多様性把握
3. 学会等名 日本植物学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川口也和子、土金勇樹、田中啓介、太治輝昭、豊田敦、西山智明、関本弘之、土松隆志
2. 発表標題 ヒメミカツキモ種内にみられる大規模なゲノムサイズ変異の進化的起源
3. 学会等名 日本進化学会第23回東京大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 番場大、青木誠志郎、梶田忠、瀬戸口浩彰、綿野泰行、佐藤修正、土松隆志
2. 発表標題 ミヤコグサ-根粒菌共生におけるGxG相互作用に関連する植物遺伝子の探索
3. 学会等名 日本進化学会第23回東京大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土松隆志
2. 発表標題 Doing a postdoc in Europe: On the lab choice, fellowships, and career development
3. 学会等名 Doing a postdoc in Europe: On the lab choice, fellowships, and career development（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土松隆志
2. 発表標題 植物の適応戦略をゲノムから探る
3. 学会等名 千葉大学先進科学センター（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 土松隆志
2. 発表標題 被子植物における自家不和合性の進化と喪失の遺伝的基盤
3. 学会等名 基生研セミナー
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 番場大、佐藤修正、土松隆志	4. 発行年 2022年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 500
3. 書名 バイオスティミュラントハンドブック	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Tsuchimatsu Lab https://tsuchimatsu.wordpress.com/
--

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	上原 浩一 (Uehara Koichi) (20221799)	千葉大学・大学院国際学術研究院・教授 (12501)	

6. 研究組織（つづき）

	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	久保 健一 (Kubo Kenichi) (60403359)	東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・特任助教 (12601)	
研究分担者	渡辺 均 (Watanabe Hitoshi) (80301092)	千葉大学・環境健康フィールド科学センター・教授 (12501)	

	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	前之園 大雅 (Maenosono Taiga)	千葉大学・大学院融合理工学府・大学院生 (12501)	
研究協力者	佐藤 優夏 (Sato Yuka)	千葉大学・大学院融合理工学府・大学院生 (12501)	
研究協力者	磯野 一帆 (Isono Kazuho)	東京大学・大学院理学系研究科・特任研究員 (12601)	
研究協力者	畑井 美穂 (Hatai Miho)	東京大学・大学院理学系研究科・大学院生 (12601)	
研究協力者	佐々木 星紀 (Sasaki Toshiki)	千葉大学・大学院融合理工学府・大学院生 (12501)	

6. 研究組織（つづき）

	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	土金 勇樹 (Tsuchikane Yuki) (20434152)	東京大学・大学院理学系研究科・特任研究員 (12601)	
研究協力者	黒沼 尊紀 (Kuronuma Takanori) (10808596)	千葉大学・環境健康フィールド科学センター・助教 (12501)	

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			
フランス	リール大学			