

令和 2 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07437

研究課題名(和文)トレンニアのシュート再生系を用いた脱分化とシュート頂分裂組織新構築の解析

研究課題名(英文) Analysis of dedifferentiation and shoot apical meristem neo-formation using the shoot regeneration system of *Torenia fournieri*

研究代表者

杉山 宗隆 (Sugiyama, Munetaka)

東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・准教授

研究者番号：50202130

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、茎断片の表皮細胞が脱分化・増殖し、カルス相なしに不定芽のシュート頂分裂組織(SAM)を新たに形成する、トレンニアの直接シュート再生系を用い、脱分化とSAM新構築について、細胞学的解析とトランスクリプトーム解析を行った。その結果、サイトカイニンに応答した表皮細胞の核小体の発達と細胞分裂の再開、光依存の細胞増殖の活性化を経て、増殖細胞の領域化が起き、SAMが構築されることなどが明らかになった。また、シロイヌナズナの2段階シュート再生系との比較から、基本的な経路は大きく異なること、しかしそれにも関わらず共通した発現変動を示す遺伝子群が存在することなどがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、トレンニアの直接シュート再生系を解析し、多くの情報を蓄積したほか、シロイヌナズナの2段階シュート再生系と比較して、基本的な経路が大きく異なるにもかかわらず、同じような発現変動を示す遺伝子セットが存在することを見出した。これらの結果は、シュート再生の経路に関する新知見を提供するとともに、再生の遺伝子ネットワークに経路によるものと経路によらないものがあることを示唆している。広く細胞リプログラミングやパターン生成の共通素子を理解することにつながり、その点で大きな学術的意義がある。また、シュート再生能の制御に応用することで、植物バイオテクノロジーにも貢献できる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we performed cytological and transcriptomic analyses of dedifferentiation and shoot apical meristem (SAM) neo-formation using the direct shoot regeneration system of *Torenia fournieri*, in which epidermal cells of the excised stem segments dedifferentiate, proliferate, and newly form adventitious bud SAMs without intervening callus stage. The results showed that epidermal cells undergo nucleolar development and re-entry into the cell cycle in response to cytokinin and further activation of cell proliferation light-dependently and that then regionalization of proliferated cells occurs, leading to SAM neo-formation. Comparison with the two-step shoot regeneration system of *Arabidopsis* revealed that the *Torenia* and *Arabidopsis* systems employ very different pathways but nevertheless share a group of genes that are expressed in a similar pattern.

研究分野：植物生理学

キーワード：トレンニア シロイヌナズナ シュート再生 表皮細胞 脱分化 細胞分裂 シュート頂分裂組織 不定芽

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

植物の発生はきわめて高い可塑性を有し、このことが環境への植物の柔軟な対応を可能にしている。植物の発生の可塑性を端的に示す現象の一つに、シュートの再生がある。シュートの再生は、特別な植物、特別な組織に限られたものではなく、傷害や植物ホルモンなどへの環境応答として、様々な植物の様々な組織で起き得る。分化が進んだ組織からのシュートの再生では、まず細胞が分裂を再開し増殖する段階があり、その後不定芽が生じ、これが発達、成長して新しいシュートとなる。細胞が分裂を再開するに当たっては、それまでの分化状態を脱してより未分化な状態に戻る、脱分化の過程を経る。また、不定芽の形成は、シュート頂分裂組織 (SAM) の新たな構築による。この SAM 新構築は、既存の構造によらずに、SAM の構造を生み出すもので、一種の自律的パターン形成と言える。脱分化と SAM 新構築は、シュート再生にとって本質的な要素過程であるばかりでなく、植物の発生の可塑性を支える要でもあり、さらには分化状態の制御や自律的パターン形成という、より普遍的な発生学の問題にもつながっている。この意味で、シュートの再生は、大変重要かつ魅力的な研究対象である。

シュート再生の研究には、組織片に植物ホルモンを投与して培養する、組織培養系が広く用いられている。数多い組織培養系の中でもシュート再生の分子生物学・分子遺伝学的解析にとくに貢献してきたのは、モデル植物シロイヌナズナの 2 段階培養系である。この培養系では、オーキシンとして高濃度の 2,4-D を含む培地で胚軸や根の断片を培養して脱分化、カルス形成を誘導し、次に高濃度のサイトカイニンを含む培地に移植して不定芽形成を誘導する。本研究開始以前、これら各段階について、世界各国の研究室で、マイクロアレイや各種のレポーター遺伝子を用いた解析が行われ、遺伝子発現に関する多くのデータが得られていた。また当研究室では、この培養系を温度感受性突然変異体の分子遺伝学的解析に利用し、シュート再生に関与するいくつかの興味深い遺伝子を見出すことに成功していた。例えば、TATA 結合タンパク質関連因子の BTAF1 をコードする *ROOT GROWTH DEFECTIVE 3 (RGD3)* は、カルス形成時に発現し、カルス内で一様に高い発現を示すが、その機能欠損はカルスの形成・成長に影響することなしに、SAM 構築能力を失わせることから、SAM の構築に必要な事前準備に関わっていると考えられた。

このように主としてシロイヌナズナの 2 段階培養系を用いた研究により、シュート再生に関する分子レベルの情報が蓄積してきていた。しかし、この情報をもとに脱分化と SAM 新構築の分子機構の解明が急速に進んでいたかと言うと、必ずしもそうではなかった。その原因は、少なくとも部分的には、培養系の限界にあると思われる。この培養系では、比較的分化の程度が低いとされる内鞘 (とおそらく維管束柔細胞) を起源とするため、完全に分化した状態から始まるような '大きな' 脱分化は起きていないと考えられることがまず一つ。加えて、側根形成と共通する経路によってカルスが形成され、カルス内に不完全ながらも根に似た組織構成が認められることから、カルス上の SAM 新構築は全くの無構造からの自律的パターン形成とは言い難いこと。さらに、単一の培養系に集中した解析では、脱分化や SAM 新構築といった基本的な要素過程に関わる事象と、その培養系に固有の事象とを区別することが難しい、という問題もあった。こうした状況を打破し、シュート再生研究を先へ進めるには、新たな実験系の導入が望まれていた。

1970 年代前半に、Chlyah はトレニア (*Torenia fournieri*) の茎断片からのシュート再生に関し、10 編以上の論文を発表している。このシュート再生系は、不定芽の SAM が表皮一層に由来すること、表皮細胞が分裂してできた密な細胞の集団に直ちに SAM が構築され、カルスとして成長する相が介在しないことなどを、大きな特徴とする。この場合、表皮細胞という、液胞が大きく発達し分化が進んだ細胞からの再生であり、シロイヌナズナの 2 段階培養系とは違って、その最初期には必ず '大きな' 脱分化が含まれるはずである。また、カルス相を経ないことから、SAM の新構築に関して、カルス内部の構造を考える必要がない点も、シロイヌナズナの培養系とは異なる。トレニアのシュート再生系は、その後 Tanimoto らに引き継がれ、10 年あまりに亘って、様々な生理学的解析に用いられたが、植物分子生物学の勃興を迎える前に、シュート再生それ自体を研究するための実験系としては使われることがなくなった。当研究室では、シロイヌナズナの 2 段階培養系にはない特徴をもち、生理学的知見の蓄積も豊富でありながら、分子生物学的には未開拓であったトレニアのシュート再生系に着目し、その活用から植物の脱分化と SAM 新構築の分子機構に迫ることを考え、再生条件の再検討など、本格的導入への準備を進めていた。

2. 研究の目的

本研究は、植物の可塑的な発生の鍵となっている、分化状態の易変性とパターン形成の自律性について、トレニアの直接シュート再生系を利用した解析により、新たな角度からこれらの背景にある分子機構の本質に迫ることを目的に遂行した。具体的には、トレニアのシュート再生を研究するための実験系を整備すること、トレニアのシュート再生過程における核の変化や細胞分裂、SAM 制御遺伝子発現などの諸事象の時空間的進行を記載すること、'大きな' 脱分化と SAM 新構築に関連した遺伝子発現プロフィールを明らかにし、その中でとくに重要な役割をもつ遺伝子 (群) を推定すること、の 3 つを課題として設定し、これらの課題への取り組みを通して、目的の達成を目指した。

3. 研究の方法

(1) トレニアの茎断片培養系において、シュート再生に対する培養条件の影響を調べ、旺盛な

シュート再生を誘導できる標準再生条件とシュート再生がほとんど起きない対照条件を選定した。また、トレニアの形質転換と形質転換シュートの挿し木による栄養繁殖とを組み合わせ、遺伝子導入をシュート再生の解析に効率的に用いるための実験サイクルを検討した。

(2)標準再生条件と対照条件のそれぞれについて、核の変化や細胞分裂など、細胞レベルの事象を追跡するとともに、RNA-seq や RT-qPCR による遺伝子発現の解析を行い、これらを関連づけて、表皮細胞の脱分化から不定芽 SAM の構築に至る過程の各段階の特徴を記述した。

(3)トレニアの遺伝子とシロイヌナズナの遺伝子の対応関係を整理した上で、トレニアの直接シュート再生系で得たトランスクリプトームデータを、2段階シュート再生系ほか様々なシロイヌナズナの公開トランスクリプトームデータと比較し、培養系によらず共通の遺伝子発現変動と培養系に固有の発現変動を抽出した。これらの分析に、他の解析からの情報も考え合わせて、‘大きな’脱分化や SAM 新構築において重要な役割を果たしている遺伝子群を推定した。

なお、シロイヌナズナとの比較分析と関連して、*rgd3* を用いたシロイヌナズナの2段階シュート再生の実験的解析も当初の計画には含めていたが、別の研究プロジェクトで扱うことになったため、ここでは割愛することとした。

4. 研究成果

(1)トレニアの茎断片培養系において、シュート再生に対するサイトカニンと光の影響を調べ、その結果に基づいて、1 mg/l のベンジルアデニン (BA) を添加して連続明で培養する条件をシュート再生が安定して高頻度で起きる標準条件、BA を添加せずに連続明で培養する条件と BA を添加して暗所で培養する条件をシュート再生頻度がきわめて低い対照条件として設定した。また、トレニアの形質転換体をリーフディスク法で作出し、これを挿し木によって殖やした後に、茎断片を培養してシュート再生を誘導するモデル実験を成功させ、効率的な実験サイクルへの道を拓いた。

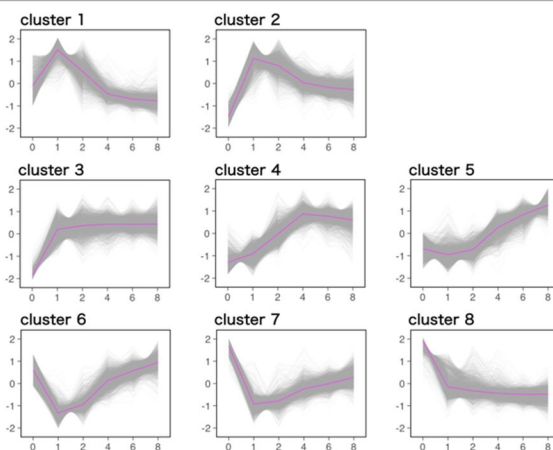
(2)標準再生条件と2つの対照条件で茎断片を培養し、核の染色性等に基づいて脱分化を評価するとともに、細胞分裂の開始から不定芽の SAM が出現するまでの細胞分裂の様相を連続観察等により追跡した。その結果、脱分化には核小体の著しい発達が伴うこと、脱分化は茎断片を切り出す操作それ自体によって誘起されるが、十分な核小体の発達と細胞分裂の再開はサイトカニンの添加に依存すること、さらなる細胞分裂の活性化には光も関与すること、SAM の領域は細胞分裂がある程度進んでから決定されることなどが示唆された。また、標準再生条件では SAM 制御遺伝子の発現が大きく上昇したが、対照条件では上昇率が低く、シュート再生の頻度が SAM 制御遺伝子の発現を反映していることがわかった。

RNA-seq によって標準再生条件における時系列トランスクリプトームデータを取得し、クラスタリング解析を行った結果、発現遺伝子は時間的発現変動パターンの違いによって8つのクラスターに分類された。GO 解析では、これらのクラスターはそれぞれ特定の細胞機能・分子機能との関連が強いことが示された。とくに培養1日で発現が大きく増大し、その後緩やかに低下するクラスター2では、リボソーム生成に関わる遺伝子が顕著に濃縮されていた。核小体の観察結果と合わせ、表皮細胞の脱分化ではリボソーム生成が活発化し核小体が大きく発達することが重要な意味をもつことが推測された。

(3)シロイヌナズナの2段階シュート再生系では、オーキシン濃度が高いカルス誘導培地でまず内鞘起源のカルスを形成させ、その後にサイトカニン濃度が高いシュート誘導培地に移植して不定芽 SAM の形成を促す。このカルス形成はオーキシンで発動する側根形成プログラムに依拠しており、それがシュート再生能の獲得にも関わっているとされる。シロイヌナズナのこのようなカルスのトランスクリプトームデータと比較すると、トレニア直接シュート再生系のトランスクリプトームでは、主要なオーキシン応答遺伝子や側根形成遺伝子の発現がきわめて低く、オーキシン応答や側根形成の経路ははたらいっていないことが示された。

一方、シロイヌナズナのカルスとトレニアの直接シュート再生系に共通して発現の増大が見られる遺伝子としては、クロマチンリモデリング、リボソーム生成、細胞周期進行などに関わるものほか、ERF/AP2 ファミリー、NAC ファミリー、HD-zip ファミリーの特定の転写因子群が見出された。これらは、シュート再生前段階の細胞リプログラミングで、経路によらず重要なはたらきをしている可能性があり、注目される。また、リボソーム生成と関連して、核小体の変化を調べたところ、細胞分裂の再開が全く起きないシロイヌナズナの胚軸表皮でも、サイトカニンに応じた核小体の発達が起きることが判明した。シロイヌナズナの表皮とトレニアの表皮のシュート再生能の違いは、‘大きな’脱分化の開始の有無ではなく、脱分化が細胞分裂の再開につながる過程にあるとも考えられる。

経時的発現変動に基づく遺伝子のクラスタリング



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

| | |
|--|----------------------------|
| 1. 著者名 Takaaki Yonekura, Akitoshi Iwamoto, Hironori Fujita, Munetaka Sugiyama | 4. 巻 15 |
| 2. 論文標題 Mathematical model studies of the comprehensive generation of major and minor phyllotactic patterns in plants with a predominant focus on orixate phyllotaxis | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 PLOS Computational Biology | 6. 最初と最後の頁 e1007044 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pcbi.1007044 | 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 Munetaka Sugiyama, Yasunori Machida | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Editorial: Novel aspects of plant nucleolar functions in plant growth and development | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science | 6. 最初と最後の頁 814 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpls.2018.00814 | 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 Iwai Ohbayashi, Chung-Yi Lin, Naoki Shinohara, Yoko Matsumura, Yasunori Machida, Gorou Horiguchi, Hirokazu Tsukaya, Munetaka Sugiyama | 4. 巻 29 |
| 2. 論文標題 Evidence for a role of ANACO82 as a ribosomal stress response mediator leading to growth defects and developmental alterations in Arabidopsis | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 The Plant Cell | 6. 最初と最後の頁 2644-2660 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1105/tpc.17.00255 | 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 Iwai Ohbayashi, Munetaka Sugiyama | 4. 巻 8 |
| 2. 論文標題 Plant nucleolar stress response, a new face in the NAC-dependent cellular stress responses | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science | 6. 最初と最後の頁 Article 2247 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpls.2017.02247 | 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 Munetaka Sugiyama | 4. 巻 4 |
| 2. 論文標題 Partnership for callusing | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Nature Plants | 6. 最初と最後の頁 69-70 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41477-018-0104-2 | 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36件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 間宮 章仁, 大塚 蔵高, 小林 健人, 八木 祐介, 中村 崇裕, 平山 隆志, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 ミトコンドリア電子伝達系の不具合が引き起こす, 側根形成時の過剰な細胞分裂について |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 江崎 和音, 大塚 祐太, 杉山 宗隆, 檜垣 匠, 塚谷 裕一 |
| 2. 発表標題 ANGUSTIFOLIA3を介した葉の 細胞サイズ制御機構 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 杉山 宗隆, 加藤 ふゆき, 陶 春雨, 間宮 章仁 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナのシュート再生におけるTBP関連因子BTA1の役割 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森中 初音, 間宮 章仁, 玉置 裕章, 鈴木 孝征, 池内 桃子, 岩瀬 哲, 杉本 慶子, 東山 哲也, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 トレニア茎断片培養系における表皮起源シュート再生に先立つ表皮細胞脱分化の解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 菊池 涼夏, 杉山 宗隆, 岩元 明敏 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナ倍数体系列の根端成長及び染色体動態の解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takaaki Yonekura, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 Breaking the symmetry: insights from morphological and theoretical analysis of orixate phyllotaxis |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森中 初音, 間宮 章仁, 玉置 裕章, 大林 祝, 鈴木 孝征, 池内 桃子, 岩瀬 哲, 杉本 慶子, 東山 哲也, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 トレニア茎断片培養系におけるシュート再生過程での表皮細胞脱分化の解析 |
| 3. 学会等名 第61回日本植物生理学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大林 祝, 坂本 優希, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナの2,4-D誘導カルスの器官再生能制御における内生IAAの役割の解析 |
| 3. 学会等名 第61回日本植物生理学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 米倉 崇晃, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 コスツス型葉序の急な螺旋の生成に関する数理モデル解析 |
| 3. 学会等名 第61回日本植物生理学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 菊池 涼夏, 杉山 宗隆, 岩元 明敏 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナ倍数体における根端成長と染色体の束化の定量的解析 |
| 3. 学会等名 第61回日本植物生理学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hatsune Morinaka, Akihito Mamiya, Akitoshi Iwamoto, Hiroaki Tamaki, Takamasa Suzuki, Yoshikatsu Sato, Momoko Ikeuchi, Akira Iwase, Keiko Sugimoto, Tetsuya Higashiyama, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 Cytological and transcriptomic analyses on adventitious bud formation from the epidermis in cultured stem segments of <i>Torenia fournieri</i> |
| 3. 学会等名 第70回日本細胞生物学会・第51回日本発生生物学会合同大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takaaki Yonekura, Akitoshi Iwamoto, Hironori Fujita, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 Mathematical analysis of orixate phyllotaxis |
| 3. 学会等名 第70回日本細胞生物学会・第51回日本発生生物学会合同大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 菊池 涼夏, 杉山 宗隆, 岩元 明敏 |
| 2. 発表標題 ゲノム倍数化がシロイヌナズナの根端成長へ及ぼす影響の定量的解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第82回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 米倉 崇晃, 岩元 明敏, 藤田 浩徳, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 オーキシン極性輸送再編モデルによるコクサギ型葉序生成機構の検討 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第82回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 坂本 優希, 加 仁美, 笠原 博幸, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナの2,4-D誘導カルスにおける内生IAAによるシュート再生能の負の制御 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 菊池 涼夏, 近藤 衣里, 杉山 宗隆, 岩元 明敏 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナにおけるゲノム倍数化が根端成長と染色体動態へ及ぼす影響の定量的解析 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 堀口 吾朗, 前川 修吾, 大林 祝, 杉山 宗隆, 塚谷 裕一 |
| 2. 発表標題 as2 rp14dが示す葉の背軸化におけるNAC型転写因子遺伝子SZK1, 2, 3およびSRIW1の役割と相互関係 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 米倉 崇晃, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 コスツス科植物に見られる特異な螺旋葉序「一列斜生」の数理的および形態学的解析 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 間宮 章仁, 大塚 蔵嵩, 小林 健人, 八木 祐介, 中村 崇裕, 平山 隆志, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 側根形成に関わるミトコンドリアRNAプロセッシング因子の解析 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森中 初音, 間宮 章仁, 玉置 裕章, 鈴木 孝征, 池内 桃子, 岩瀬 哲, 杉本 慶子, 東山 哲也, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 トレニア茎断片培養系における表皮起源シュート再生の遺伝子発現プロファイリング |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 佐々木 駿, 工藤 凜, 笹原 大暉, 高橋 広夫, 渡部 俊, 大林 祝, 杉山 宗隆, 内藤 哲, 尾之内 均 |
| 2. 発表標題 選択的スプライシングと上流ORFによる翻訳制御を介した植物の核小体ストレス応答機構 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鈴木 雅貴, ヴィアルプラデル シモン, 高橋 広夫, 杉山 宗隆, 氣多 澄江, 小島 晶子, 町田 泰則, 町田 千代子 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナのzinc-finger-like protein AS2が関わる葉の向背軸分化とDNAメチル化における核小体タンパク質の役割の解明 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Akihito Mamiya, Kurataka Otsuka, Kento Kobayashi, Yusuke Yagi, Takahiro Nakamura, Takashi Hirayama, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 Analysis of mitochondrial RNA processing factors involved in lateral root development |
| 3. 学会等名 Post-transcriptional Gene Regulation in Plants (PGRP) 2019 Nara (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Akihito Mamiya, Kurataka Otsuka, Kayoko Yamamoto, Mamoru Nozaki, Yusuke Yagi, Takahiro Nakamura, Takashi Ueda, Takashi Hirayama, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 Restrictive role of mitochondria on pericycle cell divisions during lateral root initiation |
| 3. 学会等名 8th International Symposium on Root Development (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 米倉 崇晃, 岩元 明敏, 藤田 浩徳, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 拡張Douady・Couderモデルのパラメータ空間における葉序パターンの分布 |
| 3. 学会等名 第27回日本数理生物学会年会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大林 祝, 林 忠逸, 篠原 直貴, 松村 葉子, 町田 泰則, 堀口 吾朗, 塚谷 裕一, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナのリボソームストレス応答とNAC転写因子ANAC082の役割 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第81回大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森中 初音, 間宮 章仁, 岩元 明敏, 玉置 裕章, 鈴木 孝征, 佐藤良勝, 池内 桃子, 岩瀬 哲, 杉本 慶子, 東山 哲也, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 トレンニア茎断片培養系における表皮起源不定芽形成の初期過程の解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第81回大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 間宮 章仁, 大塚 蔵嵩, 野崎 守, 山本 荷葉子, 小林 健人, 八木 祐介, 中村 崇裕, 平山 隆志, 上田 貴志, 蜂谷 卓士, 野口 航, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナの側根形成初期過程において高温下で過剰な細胞分裂をもたらすミトコンドリア異常の解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第81回大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 米倉 崇晃, 岩元 明敏, 藤田 浩徳, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 葉序パターン生成モデルにおける葉原基抑制力の時間変化とその意味 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第81回大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 野崎 守, 川出 健介, 塚谷 裕一, 杉山 宗隆 |
| 2. 発表標題 不定根形成を指標としたシロイヌナズナDMSO高感受性変異体の単離と表現型解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第81回大会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yuki Sakamoto, Hiroyuki Kasahara, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 A role of endogenous IAA in regulating shoot regeneration competence in 2,4-D-induced callus of Arabidopsis |
| 3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takaaki Yonekura, Akitoshi Iwamoto, Hironori Fujita, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 Effects of the age-dependent increase of leaf primordial power inhibiting new primordium initiation on phyllotactic pattern generation and its possible relation to the auxin transport-based model |
| 3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Hatsune Morinaka, Akihito Mamiya, Akitoshi Iwamoto, Hiroaki Tamaki, Takamasa Suzuki, Yoshikatsu Sato, Momoko Ikeuchi, Akira Iwase, Keiko Sugimoto, Tetsuya Higashiyama, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 Cytological and gene expression analyses on adventitious bud formation from the epidermis in cultured stem segments of <i>Torenia fournieri</i> |
| 3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Shun Sasaki, Rin Kudo, Shun Watanabe, Iwai Ohbayashi, Munetaka Sugiyama, Yuriko Osakabe, Keishi Osakabe, Satoshi Naito, Hitoshi Onouchi |
| 2. 発表標題 Upstream ORF-mediated translational regulation in response to nucleolar stress in <i>Arabidopsis</i> |
| 3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Iwai Ohbayashi, Shun Sasaki, Chung-Yi Lin, Naoki Shinohara, Yoko Matsumura, Yasunori Machida, Gorou Horiguchi, Hirokazu Tsukaya, Masahiko Furutani, Hitoshi Onouchi, Munetaka Sugiyama |
| 2. 発表標題 A critical role of the NAC transcription factor ANAC082 in ribosomal stress signaling of plant cells |
| 3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Gorou Horiguchi, Iwai Ohbayashi, Munetaka Sugiyama, Hirokazu Tsukaya |
| 2. 発表標題 A quartet of NAC transcription factor genes is upregulated in response to abnormal ribosomal proteins and enhances leaf abaxialization in asymmetric leaves2 |
| 3. 学会等名 The 59th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists |
| 4. 発表年 2018年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|--|
| 杉山研究室 東京大学大学院理学系研究科附属植物園植物生理学分野 https://www.bg.s.u-tokyo.ac.jp/common/research/sugi-lab/index.html |
|--|

| 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 |
| | | |