

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：32643

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06728

研究課題名(和文) 組織再生の時空間的制御系と幹細胞化因子の解析

研究課題名(英文) Analysis of spatio-temporal regulation of regeneration and stem cell reprogramming factor

研究代表者

朝比奈 雅志 (ASAHINA, Masashi)

帝京大学・理工学部・准教授

研究者番号：00534067

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：傷害を受けた植物組織は、幹細胞の機能を獲得すると同時に空間位置情報を受容し、適切な位置に適切な組織の再生を行う。しかし、どの細胞が幹細胞化するのか、幹細胞化した細胞が、どのような遺伝子発現を通じて組織を再生しているのか、未解明である。本研究課題では、シロイヌナズナ切断花茎の組織癒合過程、及び胚軸間接ぎ木接着過程について、レーザーマイクロダイセクション法を用いて解析を行い、網羅的かつ定量的な植物ホルモンと遺伝子発現の時空間変化を明らかにすると共に、ANAC071転写因子ファミリーが傷害組織における「幹細胞化誘導因子」であることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植物は傷害によって失われた組織を速やかに再生し、分離された組織を癒わせる高い再生力をもっている。この組織修復のメカニズムを応用した技術が接ぎ木であり、栽培期間の短縮、安定した収量・品質の維持や病害抵抗性の付与などを目的とした農業技術として世界的で利用されている。しかし、組織が再生にいたる一連の分子メカニズムについては不明な点が多いほか、農園芸技術への応用についても課題が多い。本研究では、ANAC転写因子と植物ホルモンの関与に注目し、植物の高い再生力のメカニズム解明を目指した。この成果は、接ぎ木技術などの農園芸技術の開発につながることで期待される。

研究成果の概要(英文)：After wounding, plant wounded tissues acquire stem cell functions and recognize spatial location information to regenerate the tissues in the appropriate location. However, it is still unclear which cells can become stem cells and the regulatory mechanism of gene expression to regenerate tissues. In this research, we isolated different tissues/specific cells from cryosections of incised Arabidopsis flowering stems by LMD for spatiotemporal quantitative plant hormone analysis, and spatiotemporal quantitative plant hormone analysis and gene expression were performed. In addition, we investigated the molecular and morphological change in the incised flowering stem to reveal the physiological function of ANAC071 and ANAC096 for the regeneration of wounded tissue. We concluded that ANAC071 and ANAC096 are essential for wound-induced cambium formation from dedifferentiated cells before the initiation of cell division during the tissue-reunion process.

研究分野：植物生理学

キーワード：シロイヌナズナ 植物ホルモン 組織癒合 接ぎ木 時空間的解析 レーザーマイクロダイセクション

1. 研究開始当初の背景

植物は分化した細胞であっても、一定の条件下で単離・培養することで、個体を再生する分化全能性をもつ。また茎などの組織が傷害を受けると、切断された組織の細胞はそれまでの分化した状態から、幹細胞状態へと移行する。その後、細胞分裂が生じて失われた組織を分化し、分離された組織を癒合させることで個体機能が回復する (Kollmann & Glockmann, 1985; Ikeuchi et al. 2013; Notaguchi et al. 2015)。しかし、オーキシンが維管束の再生に重要な因子である事が示唆されているものの (Sachs, 2000; Mazur et al. 2016) 傷害を受容してから組織が再生にいたる一連の分子メカニズムの詳細については、ほとんど知見が得られていない (Reid & Ross, 2011)。これまでに我々は、キュウリやトマトの切断胚軸が癒合する過程を生理学的に解析し、子葉から供給されるジベレリンが皮層の細胞分裂開始に必須であること、導管液中の無機元素が細胞壁の構造変化を誘導することを見出した (Asahina et al. 2002; 2006; 2007)。また、シロイヌナズナ切断花茎を用いた研究から、植物ホルモンによって制御される組織癒合に必須な転写因子「ANAC071」と、組織癒合応答性遺伝子を同定した (Asahina et al. 2011; 朝比奈, 2013; Pitaksaringkarn et al. 2014 など)。さらに胚軸間接ぎ木実験や、子葉を用いた維管束細胞分化誘導アッセイ (VISUAL; Kondo et al. 2016) の結果、ANAC071 とその近縁遺伝子 ANAC086、ANAC011 (以下、ANAC071 ファミリー) は、癒合部の維管束細胞の増殖に必須であり (Matsuoka et al. 2016; 2018) 傷害組織において「幹細胞化を誘導 (または促進) する因子」である可能性が考えられた。しかし、従来の遺伝子発現解析や機器分析法では、位置情報を維持した状態での細胞・組織レベルの遺伝子発現や植物ホルモンの定量的解析は困難であるため、茎のどの細胞が植物ホルモン等の情報を受容し、幹細胞化して細胞分裂を開始するのか、幹細胞化した細胞がどのような遺伝子発現を通じて、傷害組織を再生しているのかは未解明である。そのため、組織癒合という現象を細胞・分子レベルで解明するためにも、「幹細胞化因子」と考えられる ANAC071 ファミリー遺伝子の分子機能を明らかにする必要があると考えた。

2. 研究の目的

切断花茎の癒合や接ぎ木接着の過程では、傷害組織の細胞が高い分化可塑性を発揮して細胞状態を大きく変えて組織を再生すると考えられるが、形態学的知見や栽培に直結する親和性に関する情報が詳しく得られている一方、組織を正確に再生するための時空間的な制御機構についてはほとんど明らかになっていない。本研究では、レーザーマイクロダイセクション法を応用した極微量組織からのトランスクリプトーム解析とホルモン解析を行い、定量的かつ網羅的な時空間変化を明らかとすることで、癒合部の特定の段階にある特定型の細胞において、どのような遺伝子が強く発現し、どのような植物ホルモンが局在しているのかを包括的に明らかにするとともに、ANAC 転写因子の発現誘導機構を明らかにすることを目的とした。また、ANAC071 ファミリーによって制御される下流遺伝子の同定と、細胞壁再構築や維管束分化の誘導など、遺伝子の分子機能の解明を目指した。

3. 研究の方法

(1) 部位・組織別に回収した極微量組織からのトランスクリプトーム解析とホルモン解析

1ヶ月程度栽培したシロイヌナズナの花茎を、Asahina et al. (2011) の方法に従って切断処理を行い、癒合部を含む約 5-10 mm の領域を一定時間ごとにサンプリングした。サンプリングした花茎は SCEM コンパウンドに包埋し、ドライアイス冷却ヘキサンで凍結後、川本法に従って凍結マイクロトームにて切片を作成した。この凍結切片から、LMD 装置を用いて組織癒合部の花茎を、切断部上側、下側、非切断部の領域に区分し、さらに表皮・皮層、維管束、髄の組織別に分けて回収した。その後、回収した組織から RNA を抽出し、遺伝子発現解析を行った。また、同様の手法で回収したサンプルを用いて、LC-MS/MS による内生植物ホルモンの定量解析を行った。

(2) シロイヌナズナ組織癒合に対する ANAC071・ANAC096 転写因子の関与

シロイヌナズナ胚軸間の接ぎ木における研究から、ANAC071 とそのホモログ遺伝子である ANAC096 が、接ぎ木接着過程における維管束組織の細胞分裂の促進に関与していることが明らかになっている (Matsuoka et al. 2016)。そこで、ANAC 転写因子の下流因子の同定と維管束幹細胞の分化誘導機構、組織再生過程の転写制御の解明を目的として、切断花茎の組織癒合過程における詳細な発現解析と、突然変異体・形質転換体を用いた形態学的観察を行った。

(3) VISUAL を用いた異所的な維管束細胞形成に対する解析

異所的な維管束細胞分化に対する ANAC ファミリー遺伝子や関連遺伝子の機能を調べるため、神戸大学の近藤博士らによって確立された、シロイヌナズナの葉を用いて葉肉細胞から維管束を構成する導管および篩管の細胞を作り出す異所的な維管束細胞分化誘導システムである

4. 研究成果

シロイヌナズナ組織癒合過程に反応することが報告されている遺伝子群 (Asahina et al. 2011) や、それらのホモログと考えられる遺伝子について、レーザーマイクロダイセクションを用いた部位特異的な遺伝子発現解析 (朝比奈ら, 2021) を行い、これら遺伝子群の時空間的発現変化を明らかにした。さらに、同様の方法でサンプリングした組織を用いて RNA-seq 法による解析を行い、切断 1 日後から 7 日後における組織別遺伝子発現パターンを網羅的に示すことが出来た。また、IAA や JA 類や ABA、サイトカイニン類などの植物ホルモンについても、極微量組織片からの一斉分析 (ホルモノーム) 法を確立し、非切断処理から切断処理 1 時間後、1 日後といった組織癒合過程初期における組織ごとの内生量変化を、定量的に示すことが出来た (Yamada et al. 2022)。傷の上部に蓄積する IAA は、「表皮・皮層」や「維管束」において蓄積が見られ、組織癒合に重要な転写因子である ANAC 転写因子の発現部位も、IAA が蓄積する組織と類似していた (図 1)。今後、植物ホルモン局在性の情報とトランスクリプトーム解析の情報をもとにして、転写制御因子と植物ホルモンによる遺伝子ネットワークの調節機構や組織特異的に発現する新規癒合関連遺伝子の探索などを行うことで、組織癒合過程を制御する分子メカニズムの詳細な解明に繋がることを期待される。また、LMD を用いた空間的ホルモノーム解析法は、植物ホルモンの時空間的制御系の理解につながる技術として期待される。

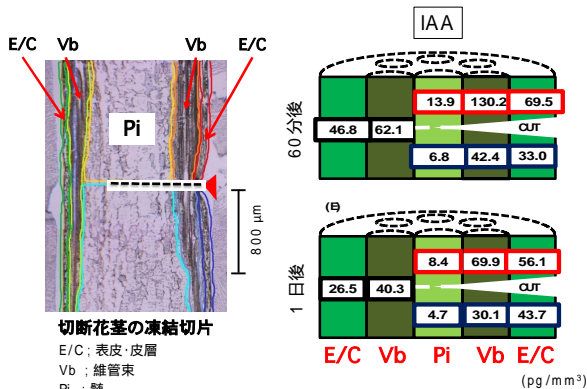


図1. レーザーマイクロダイセクションによる時空間的ホルモノーム

シロイヌナズナの切断花茎は、切断 3 日後から細胞分裂を開始し約 7 日間で癒合することが明らかとなっているが (Asahina et al. 2011; 朝比奈 2013)、本研究で行った解析から、癒合部で増殖した細胞は形成層マーカーである TDR/PXY の発現が確認された。このことから、これらの細胞は、形成層細胞 (維管束幹細胞) の性質を持っていることが示唆された。本研究では、切断花茎の組織癒合過程において、皮層や髄、木部柔組織などの分化した細胞が形成層 (維管束幹細胞) に似た性質の細胞に変化する現象、または形成層細胞が増殖する現象を「cambialization」と呼び、維管束形成層と二次木部の間の領域に形成された細胞層を「wound-induced cambium (傷害誘導性形成層)」と呼んで研究を遂行した。

切断花茎の癒合過程における ANAC071 と ANAC096 の局在をプロモーター::GUS 形質転換体を用いて調べたところ、ANAC071 のプロモーター活性は主に切断部の上部に見られ、ANAC096 のプロモーター活性は切断部の周辺に見られた。次に、ANAC 遺伝子の生理機能を明らかにするために、ANAC071 と、そのホモログ遺伝子である ANAC096、ANAC011 の多重変異体を作成した。これら単独変異体や多重変異体は、通常の条件下で生育した場合、6 日齢の芽生え及び 5 週齢の個体において大きな表現型を示さなかった。一方、切断花茎における表現型を解析したところ、*anac071 096* 二重変異体および *anac071 096 011* 三重変異体では、癒合部の細胞増殖が顕著に抑制されていた。更に TDR/PXY や WOX4、CYCB1;1 など、形成層マーカー遺伝子や維管束関連遺伝子の発現誘導の抑制が確認された。

次に、花茎の横断切片を作成し、「wound-induced cambium」の細胞層数を比較したところ、切断 7 日後の WT 植物の wound-induced cambium は約 9 細胞層であったが、*anac071 096* 変異体と *anac071 096 011* 変異体では、約 6 細胞層まで減少していた。また、異所的な維管束細胞分化に対する ANAC 遺伝子の機能を調べるため、VISUAL を用いて解析を行った結果、VISUAL の過程では ANAC071、ANAC096 及び TDR/PXY の発現が誘導されること、*anac071 096 011* 変異体では、葉肉細胞からの木部細胞の誘導と TDR/PXY の発現が抑制されることが分かった (Matsuoka et al. 2021)。

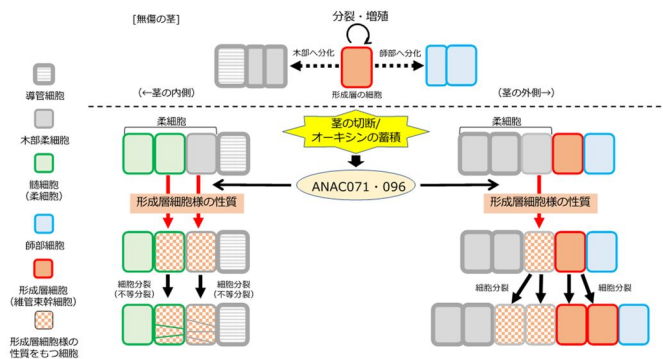


図2. ANAC遺伝子の働きによって、形成層細胞様の性質をもつ細胞が誘導される(cambialization)

これらの結果、ANAC071 と ANAC096 は、切断組織の癒合過程や VISUAL の過程などにおける異所的な維管束幹細胞の誘導に重要な役割を持つ因子であることが示された（図 2）。このことから、これらの遺伝子の機能は、移動できない植物が傷害に対する自己治癒力を向上させるために獲得した生存戦略のひとつである可能性が考えられる。

本研究では、下流遺伝子の詳細、タンパク質相互作用と分子機能、エピジェネティック制御機構などについては明らかにできなかったが、ANAC071 転写因子ファミリーの機能など、植物が持つ高い自己治癒力の仕組みの解明につながる成果が得られた。本研究成果を足がかりに、細胞の脱分化・再分化を裏付ける直接的な証拠や分子メカニズムの詳細が明らかとなることが期待される。

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 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Matsuoka Keita, Sato Ryosuke, Matsukura Yuki, Kawajiri Yoshiki, Iino Hiromi, Nozawa Naoyuki, Shibata Kyomi, Kondo Yuki, Satoh Shinobu, Asahina Masashi	4. 巻 4
2. 論文標題 Wound-inducible ANAC071 and ANAC096 transcription factors promote cambial cell formation in incised Arabidopsis flowering stems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Biology	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） 10.1038/s42003-021-01895-8	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 Notaguchi Michitaka, Kurotani Ken-ichi, Sato Yoshikatsu, Tabata Ryo, Kawakatsu Yaichi, Okayasu Koji, Sawai Yu, Okada Ryo, Asahina Masashi, Ichihashi Yasunori, Shirasu Ken, Suzuki Takamasa, Niwa Masaki, Higashiyama Tetsuya	4. 巻 369
2. 論文標題 Cell-cell adhesion in plant grafting is facilitated by α -1,4-glucanases	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 698 ~ 702
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1126/science.abc3710	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 Masashi Asahina, Nakanowatari Miyuki, Yamada Kazuki, Yumoto Emi, Satoh Shinobu	4. 巻 32
2. 論文標題 Spatio-temporal gene expression analysis from cryosection using laser microdissection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLANT MORPHOLOGY	6. 最初と最後の頁 39 ~ 43
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5685/plmorphol.32.39	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 Zhang Ai, Matsuoka Keita, Kareem Abdul, Robert Madalen, Roszak Pawel, Blob Bernhard, Bisht Anchal, De Veylder Lieven, Voiniciuc C?t?lin, Asahina Masashi, Melnyk Charles W.	4. 巻 32
2. 論文標題 Cell-wall damage activates DOF transcription factors to promote wound healing and tissue regeneration in Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1883 ~ 1894.e7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.cub.2022.02.069	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 Yamada Kazuki, Nakanowatari Miyuki, Yumoto Emi, Satoh Shinobu, Asahina Masashi	4. 巻 135
2. 論文標題 Spatiotemporal plant hormone analysis from cryosections using laser microdissection-liquid chromatography-mass spectrometry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 377 ~ 386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-021-01360-x	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 Iwase Akira, Kondo Yuki, Laohavisit Anuphon, Takebayashi Arika, Ikeuchi Momoko, Matsuoka Keita, Asahina Masashi, Mitsuda Nobutaka, Shirasu Ken, Fukuda Hiroo, Sugimoto Keiko	4. 巻 232
2. 論文標題 WIND transcription factors orchestrate wound induced callus formation, vascular reconnection and defense response in Arabidopsis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 734 ~ 752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.17594	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 -

〔学会発表〕 計29件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 朝比奈雅志
2. 発表標題 組織癒合過程における植物ホルモン・遺伝子発現の時空間的オミックス解析
3. 学会等名 超分野植物科学研究会第1回研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keita Matsuoka, Ryosuke Sato, Yuki Matsukura, Yoshiki Kawajiri, Hiromi Iino, Naoyuki Nozawa, Kyomi Shibata, Yuki Kondo, Shinobu Satoh, Masashi Asahina
2. 発表標題 INVOLVEMENT OF ANAC071 AND ANAC096 ON THE WOUND-INDUCED CAMBIUM AND XYLEM FORMATION IN INCISED ARABIDOPSIS FLOWERING STEMS.
3. 学会等名 International Conference on Plant Cell Wall Biology 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤良介、大津慧紀、手塚貴裕、生井香帆、大橋智生、柴田恭美、近藤侑貴、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 シロイヌナズナにおける異所的な維管束細胞分化とANAC・DOF転写因子の関与
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 朝比奈雅志、佐藤良介、松岡啓太、柴田恭美、湯本絵美、近藤侑貴、佐藤忍
2. 発表標題 シロイヌナズナにおける異所的な維管束細胞分化を制御する転写因子と植物ホルモンの関与
3. 学会等名 日本植物形態学会第33回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平山朔也、佐藤良介、柴田恭美、湯本絵美、宮本皓司、陽川憲、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 麻酔処理による傷害応答遺伝子、植物ホルモン及び接ぎ木接着に対する影響
3. 学会等名 第56回植物化学調節学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平山朔也、佐藤良介、柴田恭美、湯本絵美、宮本皓司、阿部友亮、陽川憲、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 麻酔処理による傷害応答遺伝子、植物ホルモン及び接ぎ木接着に対する影響
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤良介、松岡啓太、柴田恭美、近藤侑貴、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 シロイヌナズナANAC・DOF転写因子が制御する異所的な維管束細胞分化の解析
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朝比奈雅志、松岡啓太、佐藤良介、天貝綾花、豊田佑子、吉田紗斗美、遠藤章成、神長恵太、柴田恭美、近藤侑貴、佐藤忍
2. 発表標題 シロイヌナズナ切断花茎の癒合と胚軸間接ぎ木におけるANAC転写因子の機能解析
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 朝比奈雅志
2. 発表標題 植物切断組織の癒合と植物ホルモン
3. 学会等名 第11回 植物電顕若手ワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤良介、松岡啓太、遠藤章成、神長恵太、柴田恭美、近藤侑貴、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 維管束細胞分化誘導系を用いたシロイヌナズナANAC 転写因子の解析
3. 学会等名 第55回 植物化学調節学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平山朔也、佐藤良介、柴田恭美、陽川憲、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 シロイヌナズナ傷害応答遺伝子の発現と接ぎ木接着に対する麻酔処理の影響
3. 学会等名 第55回 植物化学調節学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤良介、松岡啓太、遠藤章成、神長恵太、柴田恭美、近藤侑貴、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 異所的な維管束細胞分化に関与するシロイヌナズナANAC及びDOF転写因子の解析
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 平山朔也、佐藤良介、柴田恭美、陽川憲、佐藤忍、朝比奈雅志
2. 発表標題 シロイヌナズナ傷害応答遺伝子の発現と接ぎ木接着に対する麻酔処理の影響
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 稲垣秀生、湯本絵美、朝比奈雅志、内田健一、林謙吾、加治拓哉、加藤信樹、高岡洋輔、上田 実、岡田憲典、山根久和、宮本皓司
2. 発表標題 イネにおけるCOI1-JAZ受容体複合体の機能解析
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 稲垣秀生、湯本絵美、朝比奈雅志、内田健一、林謙吾、加治拓哉、加藤信樹、高岡洋輔、上田 実、岡田憲典、山根久和、宮本皓司
2. 発表標題 イネにおけるジャスモン酸イソロイシン受容体CO11-JAZの機能分化に関する研究
3. 学会等名 第55回 植物化学調節学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kang Xu, Feiyang Lin, Emi Yumoto, Masashi Asahina, Masaaki Watahiki
2. 発表標題 Involvement of secondary metabolic pathway for root-cut response in Arabidopsis thaliana
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 Matsuoka K, Goto K, Yoshida K, Kondo Y, Satoh S, Asahina M
2. 発表標題 Formation of wound-induced cambium during tissue-reunion in incised Arabidopsis flowering stems.
3. 学会等名 Principles of pluripotent stem cells underlying plant vitality (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝比奈 雅志
2. 発表標題 シロイヌナズナ切断花茎の組織癒合過程における時空間的制御機構の解明
3. 学会等名 第19回細胞周期合同セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsuoka K, Yamada K, Yumoto E, Yokota T, Yamane H, Tsutsui H, Notaguchi M, Suzuki T, Satoh S, Asahina M
2. 発表標題 Formation of wound-induced cambium and spatio-temporal analysis of gene expression and phytohormones during tissue-reunion in incised Arabidopsis flowering stems.
3. 学会等名 The 23rd International Conference on Plant Growth Substances Association (IPGSA) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝比奈 雅志、中野渡 幸、山田 一貴、湯本 絵美、佐藤 忍
2. 発表標題 レーザーマイクロダイセクションを用いたトランスクリプトームとホルモノーム解析
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大場 裕介、朝比奈 雅志、Li Jiuyi、吉原 さくら、青原 勉、松岡 啓太、近藤 侑貴、岩井 宏暎、佐藤 忍
2. 発表標題 シロイヌナズナ切断花茎の組織癒合における原形質連絡カロース結合タンパク質の関与とオーキシン輸送に対する影響
3. 学会等名 植物化学調節学会第 54 回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝比奈 雅志
2. 発表標題 シロイヌナズナ胚軸間接木に関わる転写因子と植物ホルモン
3. 学会等名 理研シンポジウム「接ぎ木を使ったシロイヌナズナ研究の新展開」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李 久い、松岡 啓太、朝比奈 雅志、朽津 和幸、佐藤 忍
2. 発表標題 ROS production in tissue reunion of Arabidopsis incised stem
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 大場 裕介、吉原 さくら、青原 勉、松岡 啓太、朝比奈 雅志、近藤 侑貴、佐藤 忍
2. 発表標題 シロイヌナズナ切断花茎における組織癒合および維管束分化関連遺伝子の組織特異的発現
3. 学会等名 日本植物生理学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 稲垣秀生、伊藤響、福本有貴、矢島彩花、Xi Chen、下里美由紀、八セット絵美、畠山幸大、平栗 優子、石塚祐伸、酒澤智子、湯本絵美、朝比奈雅志、林謙吾、石丸泰寛、高岡洋輔、上田実、岡田 憲典、山根久和、宮本皓司
2. 発表標題 イネにおけるジャスモン酸受容体構成因子 CO11 ホモログの機能解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamada K, Nakanowatari M, Yumot E, Noda Y, Koike R, Yokota T, Yamane H, Tsutsui T, Notaguchi M, Suzuki T, Satoh S, Asahina M
2. 発表標題 Spatio-temporal Analysis of Gene Expression and Phytohormones During Tissue-reunion in Incised Arabidopsis Flowering Stems
3. 学会等名 日本植物生理学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miao J, Xu D, Yumoto E, Yokota T, Asahina M, Watahiki M
2. 発表標題 Regulation of cytokinin in lateral root growth by root pruning
3. 学会等名 日本植物生理学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 湯本絵美、軸丸裕介、柴田恭美、横田孝雄、謝 肖男、野村崇人、柳原尚久、朝比奈雅志
2. 発表標題 LC/MS を用いたブラシノステロイド簡易分析法の検討
3. 学会等名 植物化学調節学会第 54 回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 稲垣秀生、伊藤 響、福本有貴、矢島彩花、XiChen、石塚祐伸、酒澤智子、湯本絵美、朝比奈雅志、内田健一、林 謙吾、大浦早紀、齊藤里菜、加治拓哉、石丸泰寛、高岡洋輔、上田 実、岡田憲典、山根久和、宮本皓司
2. 発表標題 イネのジャスモン酸受容体 CO11 ホモログの機能解析
3. 学会等名 植物化学調節学会第 54 回大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>帝京大学理工学部バイオサイエンス学科 植物生理学研究室（朝比奈雅志研究室） https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/bio_science_asahina 帝京大学・理工学部・植物生理学研究室（朝比奈雅志研究室） https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/undergraduate/science_tech/bio_science_asahina.html</p>
--

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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
スウェーデン	スウェーデン農業科学大学			
ベルギー	Ghent University	Center for Plant Systems Biology, VIB		
ドイツ	Leibniz Institute of Plant Biochemistry			
英国	University of Cambridge			
米国	University of Florida			