

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03950

研究課題名(和文)ケミカルスクリーニングによる接ぎ木調節化合物の探索と接ぎ木メカニズムの解明

研究課題名(英文)Chemical screening of the regulators of grafting and elucidation of grafting mechanism

研究代表者

白武 勝裕 (Katsuhiro, Shiratake)

名古屋大学・生命農学研究科・准教授

研究者番号：90303586

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,900,000円

研究成果の概要(和文)：ハイスループットな組織接着の評価系in vitro grafting (IVG)法を開発し、3,000化合物のスクリーニングと植物ホルモン、類縁体、合成・作用阻害剤の評価を行い、接ぎ木を顕著に促進する新奇化合物を特定すると共に、オーキシンが接ぎ木を促進することを確認した。そして、遺伝子の網羅解析により、新奇化合物の作用点は「細胞壁の再構築」、オーキシンの作用点は「細胞分裂」で、両者の作用点が異なることを示唆した。一方、寄生植物の吸器培養を用いた評価系を開発し、植物ホルモン、類縁体、合成・作用阻害剤の評価を行い、植物ホルモンが道管要素への分化を促進あるいは抑制することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

接ぎ木は日本が誇る農業技術であり、果菜類や果樹など園芸作物の繁殖や栽培に欠かせない技術である。この接ぎ木という日本が誇る農業技術を改良し、さらに発展させるには、接ぎ木が成立する過程のイベントを、組織・細胞・分子レベルで理解することが不可欠であるが、これまでにそのような研究はほとんど行われてこなかった。ケミカルスクリーニングにより新奇な接ぎ木調節化合物を見出し、接ぎ木が成立する過程のイベントの詳細を明らかにすることで、接ぎ木を広範囲の作物種や、これまでに用いられてこなかった組み合わせで用いるための基礎的な知見を得ることに、本研究の学術的意義や社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：By the high-throughput evaluation system for tissue adhesion, in vitro grafting (IVG), 3,000 chemicals were screened, and identified a novel activator of grafting was identified. The IVG test of plant hormones, analogs, and synthesis/action inhibitors, revealed that auxin promotes grafting. Comprehensive gene expression analysis suggested that the site of action of the novel compound was "reconstruction of the cell wall" and that of auxin was "cell division". On the other hand, the test of parasitic ability using parasitic plants revealed that plant hormones promote or suppress the tracheary element differentiation.

研究分野：園芸生理・生化学

キーワード：接ぎ木 寄生植物 ケミカルスクリーニング 接ぎ木調節化合物 接ぎ木親和・不親和機構

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

接ぎ木は日本が誇る農業技術であり、果菜類や果樹など園芸作物の繁殖や栽培に欠かせない技術である。この接ぎ木という農業技術を発展させるには、接ぎ木が成立する過程のイベントを、組織・細胞・分子レベルで理解することが不可欠であるが、これまでにそのような研究はほとんど行われてこなかった。

接ぎ木は、通常は同種や同科の植物間でしか成立せず、同種や同科の植物間でも接ぎ木が成立しなかったり、接ぎ木親和性が低かったりする。しかしながら、研究分担者の野田口は、ナス科のタバコ属植物やペチュニア属植物が、ほとんど全ての植物種に対して接ぎ木を成立させる、極めて高い接ぎ木能力を持つことを見出した。

接ぎ木の親和・不親和性はどのように決定されるのか、そして接ぎ木親和の場合、どのようなイベントを経て穂木と台木が接着し、接ぎ木が成立するのかについて、ほとんど分かっていない。日本が誇る接ぎ木技術を発展させ、広く活用するためには、接ぎ木を科学し、これらの疑問を解き明かす必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、接ぎ木技術の飛躍的な発展のために、接ぎ木を科学することにある。本研究ではまず、ケミカルライブラリーから、接ぎ木を促進あるいは抑制する化合物(接ぎ木調節化合物)のスクリーニングを行う。そして、その接ぎ木調節化合物が、接ぎ木の成立過程のどのイベントに作用するのか、すなわち、穂木と台木の組織の物理的な接着(傷による壊死層の除去と細胞壁の再構築)、細胞分裂による穂木と台木の細胞間接着と原形質連絡(plasmodesma)の形成、細胞分裂と細胞分化による穂木と台木の維管束の再構成と接続、どのイベントに作用するのかを、接ぎ木と接ぎ木のイベントに類似した寄生植物の寄生イベントを比較しながら、詳細に解析する。そして、「接ぎ木はどうしてつながるのか?」という疑問に対し、そのメカニズムを組織・細胞・分子レベルで明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 接ぎ木調節化合物のケミカルスクリーニングと作用の評価

本研究では、組織の接着を促進する“接ぎ木調節化合物”を「ケミカルスクリーニング」により得るための実験系の構築を行った。スクリーニングに用いるケミカルライブラリーとして名古屋大学トランスフォーマティブ研究所より3,000種類の化合物の供与を受けた。接ぎ木による組織の接着について、ハイスループットなスクリーニングを実施するために、in vitro grafting

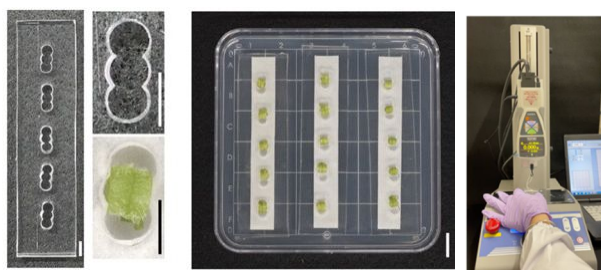


図1. IVG デバイスとその使用法およびフォースゲージによる組織接着の定量的評価

(IVG)法を採用した。接着の判定は、手で接着具合を判断する作業で確認する簡易スクリーニングと、引っ張り強度を測定するフォースゲージを用いた、定量的解析を併用した(図1)。実験材料には、先行研究で接木の成功率が低いことが示されている、マメ科植物を供試した。

一方、植物ホルモンや類縁体、植物ホルモンの合成阻害剤や作用阻害剤が“接ぎ木調節化合物”として働く可能性を鑑み、それら化合物をトマトの胚軸を用いたIVG法により、接着の促進または阻害活性を評価した。さらに、植物の内性代謝物が“接ぎ木調節化合物”として働く可能性を鑑み、トマトの接ぎ木接着部のメタボローム解析およびホルモノーム解析を実施した。

以上で見出した“接ぎ木調節化合物”が、接ぎ木の成立過程のどのイベントに作用するのかを明らかにするために、接ぎ木に“接ぎ木調節化合物”を作用させた時の遺伝子の発現変化を、RNA-seqにより明らかにした。

(2) 寄生植物を用いた接ぎ木調節化合物の作用の評価

本研究では、まずモデル寄生植物アメリカネナシカズラ寄生部位を外部からのケミカルで処理をできる培養系の開発を行なった(図2)。次いで、実際にこの培養系を用いて様々な植物ホルモンを与え、探索系細胞の伸長、探索系の道管への分化率を指標として、ケミカルの効果を評価した。またこれと並行して、寄生率に影響を及ぼすような宿主を探索し、その宿主から寄生制御因子を探索することを目的とし

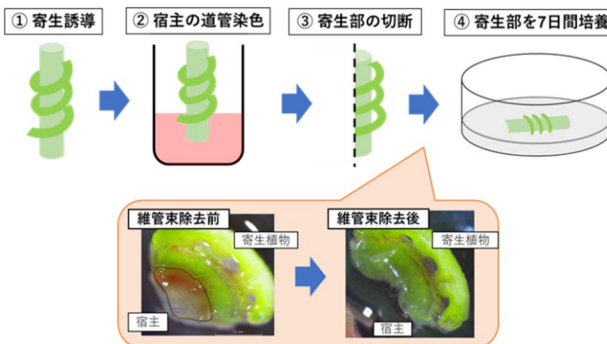


図2. 接ぎ木調節化合物の評価のための吸器培養系の開発

た宿主のスクリーニングを実施した。スクリーニングに用いる植物体として、維管束形成関連遺伝子の機能欠損型変異を持つようなシロイヌナズナを用いた。

4. 研究成果

(1) 接ぎ木調節化合物のケミカルスクリーニングと作用の評価

数種類のマメ科植物の形状を比較し、茎の形状が均一で、発芽後10日に茎の十分な伸長が確認された *Phaseolus coccineus* を実験材料に選定した。1次および2次スクリーニングとして、IVG茎組織の接着を手作業で確認する簡易スクリーニングを実施した。当初の計画より1,000化合物多い3,000化合物から、1次で299化合物、2次でその内の29化合物を候補化合物として得た。さらに3次、4次スクリーニングとして、組織の物理的な接着力をフォースゲージを用いた引っ張り試験により評価し、最終的に接ぎ木促進化合物として最も有望な1化合物を特定した(図3)。当該の接ぎ木促進化合物について、植物体を用いた接ぎ木によっても効果を調べ、接ぎ木後の穂木の成長が促進されることを示した。

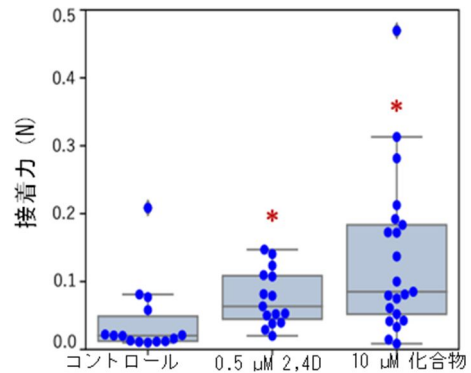


図3. フォースゲージによる引っ張り試験

植物ホルモンとその類縁体、植物ホルモンの合成・作用阻害剤の接ぎ木接着に対する影響を、トマトの胚軸を用いたIVG法により評価したところ、オーキシン類や一部のサイトカイニン類が接ぎ木を促進すること、ジャスモン酸やサリチル酸、エチレン合成誘導剤が接ぎ木を阻害することが明らかとなった。一方、ホルモノーム解析により、接ぎ木後にオーキシン類や一部のサイトカイニン類が増加することが示され、この結果はIVG法においてオーキシン類や一部のサイトカイニン類が接ぎ木を促進した結果と一致する。また、メタボローム解析の結果、接ぎ木により増加する二次代謝物を同定した。この二次代謝物の合成を抑制した形質転換トマトを作成したところ、接ぎ木効率が著しく低下したことから(図4)、この二次代謝物が接ぎ木促進化合物として作用する可能性が示唆された。



図4. 接ぎ木で増加する二次代謝物の合成を抑制した形質転換トマトの接ぎ木。WT: 非組換え体。KD1 および KD2: 形質転換体。

化合物の接ぎ木の作用点を明らかにするために、ケミカルスクリーニングで得た当該化合物または合成オーキシン2,4-Dを処理したIVGの茎片のトランスクリプトーム解析を実施した。その結果、当該化合物処理では細胞壁の形成に関わる遺伝子群の発現上昇が(図5)、一方2,4-D処理では細部周期や細胞分裂に関わる遺伝子群の発現上昇が顕著であった。このことから、当該化合物処理の作用点は穂木と台木の組織の物理的な接着(細胞壁の再構築)で、一方、オーキシン類の作用点は細胞分裂による穂木と台木の細胞間接着と原形質連絡の形成や細胞分裂と細胞分化による穂木と台木の維管束の再構成と接続であり、作用点が異なることが示唆された。以上のように、本研究において細胞壁の再構築を作用点とする新規化合物を同定することができた。

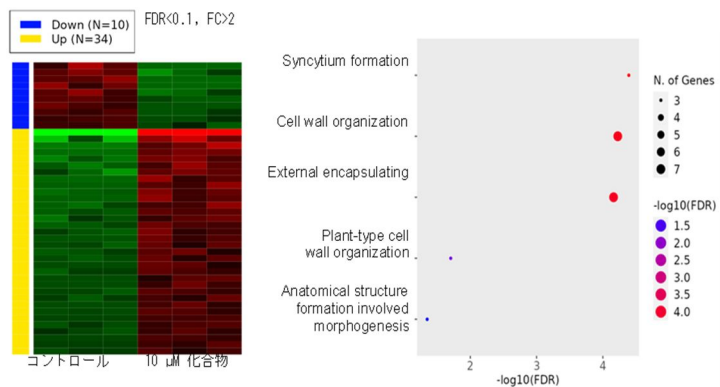


図5. トランスクリプトーム解析による当該化合物の作用点の解明

(2) 寄生植物を用いた接ぎ木調節化合物の作用の評価

寄生植物を用いた接ぎ木調節化合物の作用を評価する植物ホルモンとして、オーキシン(IAA)、サリチル酸(SA(PCA)),メチルジャスモン酸(MeJA),アミノシクロプロパンカルボン酸(ACC),ブラシノリド(BL),ジベレリン(GA₃),サイトカイニン(イソペンテニルアデニン iP)を投与した。吸器先端の探索系細胞の伸長(図6左)に対しては、MeJA, BL, GA₃, iPが5%水準で有意な促進効果を、10 μM IAAが5%水準で有意な抑制効果を示した。一方、探索系細胞の道管要素への分化率(図6右)に対しては、GA₃が有意な促進効果を10 μM IAA, 10 μMと50 μMのSAが抑制効果を示した。これらを総合するとGA₃は探索系細胞の伸長・分化を促進して

いることが示唆された。また SA は、有意ではないものの探索系細胞伸長の抑制傾向が見られ、道管要素への分化は抑制したため、寄生成立過程を抑制的に制御することが示唆された。

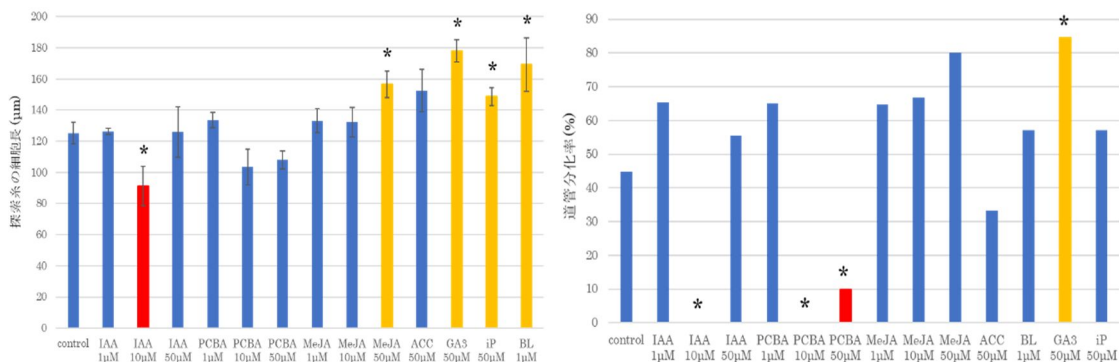


図 6 . 各種植物ホルモンの探索系細胞の伸長 (左) ならびに探索系細胞の道管分化率 (右) への影響

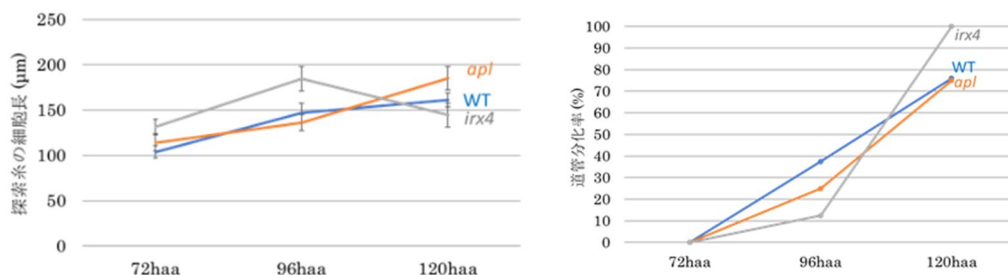


図 7 . 宿主として *apl* 変異体と *irx4* 変異体を用いた時の探索系細胞の伸長 (左) ならびに探索系細胞の道管分化率 (右)

寄生率に影響を及ぼすような宿主探索においては、篩部発達を阻害する *apl* 変異体と、道管の形成を阻害する *irx4* 変異体を用いた。いずれの変異体においても、探索系の伸長 (図 7) は野生株と有意差が無かった。探索系の道管への分化においては、寄生開始後 96 時間の時点 (96haa) で *apl*, *irx4* とともに遅延が見られたが 120haa では野生株と同程度に分化した。*apl*, *irx4* とともに寄生成立を阻害しないと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計28件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Katsuhiko Shiratake, Michitaka Notaguchi, Haruko Makino, Yu Sawai and Lorenzo Borghi	4. 巻 60
2. 論文標題 Petunia PLEIOTROPIC DRUG RESISTANCE 1 Is a Strigolactone Short-Distance Transporter with Long-Distance Outcomes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 1722-1733
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz081	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 Shimizu Kohki, Aoki Koh	4. 巻 10
2. 論文標題 Development of Parasitic Organs of a Stem Holoparasitic Plant in Genus Cuscuta	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2019.01435	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 青木考, 藤原大輝, 清水皇稀	4. 巻 69
2. 論文標題 つながる「つる」 - 茎寄生植物ネナシカズラがつくる植物-植物コネクション -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本生態学会誌	6. 最初と最後の頁 99-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18960/seitai.69.2_99	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 Hiroki Tsutsui, Naoki Yanagisawa, Yaichi Kawakatsu, Shuka Ikematsu, Yu Sawai, Ryo Tabata, Hideyuki Arata, Tetsuya Higashiyama and Michitaka Notaguchi	4. 巻 103
2. 論文標題 Micrografting device for testing systemic signaling in Arabidopsis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 918-929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14768	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 Yaichi Kawakatsu, Yu Sawai, Ken-ichi Kurotani, Katsuhiko Shiratake and Michitaka Notaguchi	4. 巻 37
2. 論文標題 An in vitro grafting method to quantify mechanical forces of adhering tissues	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 451-458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.0925a	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 妹尾啓史, 増田曜子, 伊藤英臣, 野田口理孝, 田畑亮, 岡安浩次, 澤井優, 鈴木孝征, 黒谷賢一, 藤雅子, Utami Yuniar Devi, 清水幸子, 西條雄介, 大森良弘, 藤原徹, 白鳥豊, 太田沙由理	4. 巻 91(2)
2. 論文標題 理想の農業を追求するーサステイナブルで革新的な食糧生産を支える基礎研究と現場技術	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本土壤肥科学雑誌	6. 最初と最後の頁 94-98
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 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 Ken-ichi Kurotani, Ryo Tabata, Yaichi Kawakatsu, Ryohei Sugita, Koji Okayasu, Keitaro Tanoi, Michitaka Notaguchi	4. 巻 2020.02.14
2. 論文標題 Autophagy is induced during plant grafting for wound healing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 949453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2020.02.14.949453	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 Michitaka Notaguchi, Ken-ichi Kurotani, Yoshikatsu Sato, Ryo Tabata, Yaichi Kawakatsu, Koji Okayasu, Yu Sawai, Ryo Okada, Masashi Asahina, Yasunori Ichihashi, Ken Shirasu, Takamasa Suzuki, Masaki Niwa, Tetsuya Higashiyama	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 黒谷賢一, 野田口理孝	4. 巻 79
2. 論文標題 接ぎ木の成立メカニズムの解明と異科接木の農業利用	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 (B & I)	6. 最初と最後の頁 16-19
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 -

1. 著者名 黒谷賢一, 野田口理孝	4. 巻 24(1)
2. 論文標題 糖鎖の加水分解酵素が植物をつなぐ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Glycoforum	6. 最初と最後の頁 A2
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 -

1. 著者名 Koji Okayasu, Koh Aoki, Ken-ichi Kurotani K and Michitaka Notaguchi	4. 巻 14
2. 論文標題 Tissue adhesion between distant plant species in parasitism and grafting	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Integrative Biology	6. 最初と最後の頁 21-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/19420889.2021.1877016	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 Sultana Sabrina, Fujiwara Daiki, Aoki Koh	4. 巻 38
2. 論文標題 Epidermal cell-patterning genes of the stem parasitic plant <i>Cuscuta campestris</i> are involved in the development of holdfasts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 47-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.20.1116a	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 Kohki Shimizu and Koh Aoki	4. 巻 13
2. 論文標題 Differentiation of vascular elements in haustoria of <i>Cuscuta japonica</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Signal Behav	6. 最初と最後の頁 e1445935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15592324.2018.1445935	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 Kohki Shimizu, Akitaka Hozumi and Koh Aoki	4. 巻 59
2. 論文標題 Organization of vascular cells in the haustorium of the parasitic flowering plant <i>Cuscuta japonica</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Plant Cell Physiol	6. 最初と最後の頁 715-723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcx197	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 Peter Amoako Ofori, Ayaka Mizuno, Mami Suzuki, Enrico Martinoia, Stefan Reuscher, Koh Aoki, Daisuke Shibata, Shungo Otagaki, Shogo Matsumoto and Katsuhiko Shiratake	4. 巻 13
2. 論文標題 Genome-wide analysis of ATP binding cassette (ABC) transporters in tomato	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLoS ONE	6. 最初と最後の頁 e0200854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0200854	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 野田口理孝	4. 巻 76
2. 論文標題 タバコ属植物が遠縁の植物とも接ぎ木可能なことを発見!	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 化学	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 -

1. 著者名 白武勝裕, 財津桂財	4. 巻 5(8)
2. 論文標題 PESI/MS/MSの植物成分分析への活用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 74-77
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 -

1. 著者名 Subhankar Bera, Katsushi Yamaguchi, Shuji Shigenobu, Koh Aoki	4. 巻 38
2. 論文標題 rans-species small RNAs move long distances in a parasitic plant complex	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 187 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.21.0121a	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 Soyon Park, Kohki Shimizu, Jocelyn Brown, Koh Aoki, James Westwood	4. 巻 11
2. 論文標題 Mobile host mRNAs are translated to protein in the associated parasitic plant <i>Cuscuta campestris</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 93 ~ 93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants11010093	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 Kurotani K, Huang C, Okayasu K, Ichihashi Y, Shirasu K, Suzuki T, Higashiyama T, Niwa M and Notaguchi M	4. 巻 9
2. 論文標題 Discovery of the interfamilial grafting capacity of <i>Petunia</i> , a floricultural species	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Horticulture Research	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) 10.1093/hr/uhab056	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 Kohei Kawaguchi, Makoto Nakaune, Jian Feng Ma, Mikiko Kojima, Yumiko Takebayashi, Hitoshi Sakakibara, Shungo Otagaki, Shogo Matsumoto and Katsuhiko Shiratake	4. 巻 11
2. 論文標題 Plant hormone and inorganic ion concentrations in the xylem exudate of grafted plants depend on the scion and rootstock combination	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 2594 ~ 2594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants11192594	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 Yuru Jiao, Xin Gong, Kaijie Qi, Zhihua Xie, Yanling Wang, Kaili Yuan, Qi Pan, Shaoling Zhang, Katsuhiko Shiratake, Shahrokh Khanizadeh and Shutian Tao	4. 巻 22
2. 論文標題 Transcriptome analysis provides new ideas for studying the regulation of glucose-induced lignin biosynthesis in pear calli	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BMC Plant Biology	6. 最初と最後の頁 310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12870-022-03658-x	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 Megumi Watanabe, Shungo Otagaki, Shogo Matsumoto and Katsuhiko Shiratake	4. 巻 13
2. 論文標題 Genome-wide analysis of MATE (multidrug and toxic compound extrusion) transporters in grape	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 892638
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.892638	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 Ayane Komatsuzaki, Atsushi Hoshino, Shungo Otagaki1, Shogo Matsumoto and Katsuhiko Shiratake	4. 巻 17
2. 論文標題 Genome-wide analysis of R2R3-MYB transcription factors in Japanese morning glory	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0271012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0271012	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 財津桂, 高橋一誠, 江口盛一郎, 井口亮, 白武勝裕	4. 巻 63 (2)
2. 論文標題 簡便に・迅速に・誰にでも」使える分析手法: 探針エレクトロスプレーイオン化タンデム質量分析 (PESI/MS/MS) の食品分析への応用と展望	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本食品衛生学会雑誌	6. 最初と最後の頁 J20
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 -

1. 著者名 白武勝裕, 財津桂財	4. 巻 54 (14)
2. 論文標題 PESI/MS/MSの植物の代謝物分析への活用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 細胞	6. 最初と最後の頁 841-843
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 -

1. 著者名 Ryusuke Yokoyama, Toshiya Yokoyama, Takeshi Kuroha, Jihwan Park, Koh Aoki, Kazuhiko Nishitani	4. 巻 13
2. 論文標題 Regulatory Modules Involved in the Degradation and Modification of Host Cell Walls During <i>Cuscuta campestris</i> Invasion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 904313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.904313	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 野田口理孝, 白武勝裕	4. 巻 625
2. 論文標題 気候変動に対応するための接ぎ木の活用	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 現代化学	6. 最初と最後の頁 17-19
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 -

〔学会発表〕 計63件（うち招待講演 10件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 Ryota Harada, Moeko Taki, Yumi Hayashi, Kei Zaitso and Katsuhiko Shiratake
2. 発表標題 Simple and high-throughput method for plant metabolites by PESI/MS/MS: First application to plant metabolite analysis and agricultural industry
3. 学会等名 The 67th ASMS (American Society for Mass Spectrometry) Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川口航平, 牧野治子, 中畝誠, 馬建鋒, 榊原均, 小嶋美紀子, 竹林裕美子, 野田口理孝, 太田垣駿吾, 松本省吾, 白武勝裕
2. 発表標題 トマトおよびナスの接ぎ木植物の溢泌液のイオノーム解析およびホルモノーム解析
3. 学会等名 令和元年度園芸学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白武勝裕
2. 発表標題 サンプルに針を刺すだけで数秒でメタボローム解析
3. 学会等名 第7回メタボローム勉強会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Michitaka Notaguch
2. 発表標題 Application for overcoming interfamilial grafting and grafting microchip
3. 学会等名 International Symposium on Vegetable Grafting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michitaka Notaguch
2. 発表標題 Nicotiana interfamily grafting and grafting microchip
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Horticultural Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田口理孝
2. 発表標題 異科接木の分子機構と技術開発
3. 学会等名 種生物学会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田口理孝, 田畑亮, 岡安浩次, 澤井優, 鈴木孝征, 黒谷賢一
2. 発表標題 接木技術の再考 ストレス土壌の活用を目指して
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2019年度静岡大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田口理孝
2. 発表標題 非自己でもつながる接木法とその未来
3. 学会等名 私立大学戦略的研究基盤形成支援事業プロジェクト・シンポジウム「環境および非自己応答機構から読み解く植物の巧みな生存戦略」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michitaka Notaguchi, Kenichi Kurotani, Ryo Tabata
2. 発表標題 Study on the mechanism of Nicotiana interfamily grafting
3. 学会等名 Plant Vascular Biology Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田口理孝, 田畑亮, 黒谷賢一
2. 発表標題 タバコ属のIn vitro graftingシステムの構築
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野田口理孝
2. 発表標題 Study on mobile mRNAs in plants
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Amit Rai, Megha Rai, Tetsuya Mori, Mami Yamazaki, Michitaka Notaguchi, Ryo Nakabayashi
2. 発表標題 Integrative systems biology approach to understand dynamics of grafting in Nicotiana benthamiana
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koh Aoki
2. 発表標題 Differentiation of vascular conducting cells in haustoria of parasitic plants
3. 学会等名 Plant Vascular Biology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Subhankar Bera, Kohki Shimizu, Keisuke Tanaka, Shunsuke Yajima, Katsushi Yamaguchi, Shuji Shigenobu, Koh Aoki
2. 発表標題 Implication of mobile small RNAs to control the common physiology of different host-parasitic plant complexes
3. 学会等名 Plant Vascular Biology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Subhankar Bera, Kohki Shimizu, Keisuke Tanaka, Shunsuke Yajima, Katsushi Yamaguchi, Shuji Shigenobu, Koh Aoki
2. 発表標題 Interspecific long-distance movement of Cuscuta small RNAs control biological processes in host-parasitic plant complex
3. 学会等名 15th World Congress on Parasitic Plants (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koh Aoki, Subhankar Bera, Kohki Shimizu
2. 発表標題 Differential regulation of RNA unloading from phloem
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jihwan Park, Koh Aoki
2. 発表標題 Mechanosensitive channel genes of a stem parasitic plant, <i>Cuscuta campestris</i> , and their expression during haustorium initiation
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本祥太, 青木考
2. 発表標題 寄生時に起こる寄生部位での宿主植物の細胞分裂関連と維管束関連遺伝子の発現増加は宿主の組織癒合に起因しない
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 斉藤純奈, 青木考
2. 発表標題 トマト野生近縁種 <i>Solanum pennellii</i> を用いた根寄生植物 <i>Phelipanche aegyptiaca</i> への発芽後抵抗性を示す遺伝子の候補化
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清水皇稀, 青木考
2. 発表標題 茎寄生植物ネナシカズラにおける宿主由来 GUS:tRNA-like sequences mRNA の長距離移行と翻訳
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sabrina Sultana, Daiki Fujiwara, Koh Aoki
2. 発表標題 Epidermal cell-patterning genes are involved in the holdfast formation of a stem parasitic plant, <i>Cuscuta campestris</i>
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高垣友祐, 青木考
2. 発表標題 茎寄生植物アメリカネナシカズラ探索系のsemi-in vitro生育方法の確立
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Subhankar Bera, Kohki Shimizu, Keisuke Tanaka, Shunsuke Yajima, Katsushi Yamaguchi, Shuji Shigenobu, Koh Aoki
2. 発表標題 Bi-directional movement of mobile small RNA influence common physiological changes in different host-parasitic plant complexes
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白武勝裕
2. 発表標題 接木研究の始動ーサイエンスの先端チームとの共同プロジェクトー
3. 学会等名 Plant Science and Agriculture Seminar on Zoom「サステイナブルな社会へ向けた挑戦 ~先端科学で接木を革新!~」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白武勝裕
2. 発表標題 画期的機能を持つ接ぎ木システムの実用化と接ぎ木効率を向上させる接ぎ木接着剤の開発
3. 学会等名 アグリビジネス創出フェア in 東海・近畿（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野田口理孝
2. 発表標題 異科接木のメカニズムと接木チップー基礎研究から産業利用へー
3. 学会等名 Plant Science and Agriculture Seminar on Zoom「サステイナブルな社会へ向けた挑戦 ～先端科学で接木を革新！～」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野田口理孝，黒谷賢一，田畑亮，川勝弥一
2. 発表標題 接木において細胞接着を促進するGH9B3遺伝子に関する研究
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 川勝弥一，白武勝裕、野田口理孝
2. 発表標題 タバコ属のIn vitro graftingシステムの構築
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 筒井大貴, 川勝弥一, 柳澤直樹, 池松朱夏, 澤井優, 田畑亮, 新田英之, 東山哲也, 野田口理孝
2. 発表標題 シロイヌナズナ実生での接木を効率化する接木チップの開発
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 Yaichi Kawakatsu, Katsuhiro Shiratake, Michitaka Notaguchi
2. 発表標題 Construction of in vitro grafting system of <i>Nicotiana benthamiana</i>
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 黒谷賢一, 田畑亮, 川勝弥一, 若竹崇雅, 白須賢, 野田口理孝
2. 発表標題 “接ぎ木”と“寄生”の接着における -1,4-グルカナーゼ遺伝子についての研究
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 高田理香, 青木考
2. 発表標題 寄生植物 - 宿主植物間における二次原形質連絡形成の転写レベル制御
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 Koh Aoki
2. 発表標題 Interaction between parasitic and host plants via interspecifically mobile RNAs
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高垣友祐, 青木考
2. 発表標題 植物ホルモンの茎寄生植物アメリカ ネナシカズラ (<i>Cuscuta campestris</i>) 探索系の維管束分化への影響
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 Koh Aoki, Kohki Shimizu, Rika Takada, Subhankar Bera
2. 発表標題 Cellular connection and molecular traffic between a stem parasitic plant, <i>Cuscuta campestris</i> , and host plants
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 Ryo Nakabayashi, Makoto Nakaune, Tetsuya Mori, Kazunori Tsukazawa, Kazuki Saito and Katsuhiro Shiratake
2. 発表標題 Untargeted metabolomics by liquid chromatography-tandem mass spectrometry and chemoinformatics in a time-series of xylem saps of grafting Solanaceae plants
3. 学会等名 The 15th Solanaceae Conference (SOL2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白武 勝裕
2. 発表標題 接ぎ木植物において台木から穂木に転流する無機イオンや植物ホルモンは台木の種類によって大きく異なる
3. 学会等名 第4回植物の栄養研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Peter Amoako Ofori, Kohei Kawaguchi, Ayaka Mizuno, Mami Suzuki, Enrico Martinoia, Stefan Reuscher, Koh Aoki, Daisuke Shibata, Shungo Otagaki, Shogo Matsumoto and Katsuhiko Shiratake
2. 発表標題 Genome-wide identification of ATP binding cassette (ABC) transporters in tomato
3. 学会等名 第1回 植物インフォマティクス研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田亮太, 瀧萌子, 林由美, 財津桂, 白武勝裕
2. 発表標題 PESI/MS/MSを用いた植物代謝物の分析
3. 学会等名 第12回メタボロームシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryo Nakabayashi, Makoto Nakaune, Tetsuya Mori, Kazunori Tsukazawa, Kazuki Saito, Katsuhiko Shiratake
2. 発表標題 The mobility of specialized metabolites from tomato rootstock to eggplant scion
3. 学会等名 第15回 日本ナス科コンソーシアム (JSOL) 年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白武勝裕, 牧野治子, 川口航平, 中畝誠, 馬建鋒, 榊原均, 小嶋美紀子, 竹林裕美子, 田淵俊人, 野田口理孝
2. 発表標題 接ぎ木植物のイオノーム解析およびホルモノーム解析
3. 学会等名 平成31年度園芸学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中畝誠, 塚澤和憲, 白武勝裕
2. 発表標題 接ぎ木がトマトの生育, 収量および果実糖度に及ぼす影響
3. 学会等名 平成31年度園芸学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michitaka Notaguchi
2. 発表標題 Molecular mechanisms of Nicotiana interfamily grafting
3. 学会等名 Plant and Animal Genome XXVII Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michitaka Notaguchi
2. 発表標題 Advances on plant grafting
3. 学会等名 5th International Horticulture Research Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michitaka Notaguchi, Ken-ichi Kurotani, Koji Okayasu, Yu Sawai, Hiroki Tsutsui, Ryo Okada, Masaki Niwa, Yoshikatsu Sato, Tetsuya Higashiyama
2. 発表標題 Interfamily grafting using a plant genus Nicotiana
3. 学会等名 International Plant Molecular Biology 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田口理孝
2. 発表標題 接ぎ木能力の高いタバコ属植物
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会 シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田口理孝, 岡安浩次, 澤井 優, 鈴木孝征, 黒谷賢一
2. 発表標題 接ぎ木はいかにして接着するのか? 分子機構の解明と農業への応用に向けた取り組み
3. 学会等名 園芸学会平成31年度春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田口理孝, 田畑亮, 岡安浩次, 澤井優, 鈴木孝征, 黒谷賢一
2. 発表標題 タバコ属の異科接木における特徴的な遺伝子発現の同定
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 Minako Ekawa, Junna Saito and Koh Aoki
2. 発表標題 Connecting interface of tomato with a root parasitic plant <i>Phelipanche aegyptiaca</i> can be a potential target for post-haustorial resistance
3. 学会等名 The 15th Solanaceae Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮脇礼佳, 青木考
2. 発表標題 寄生植物と宿主植物の相互作用における細胞内膜輸送の関与
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 黒谷賢一, Chaokun Huang, 岡安浩二, 鈴木孝征, 野田口理孝
2. 発表標題 ペチュニアにおける異科接木に関する研究
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 川勝弥一, 野田口理孝
2. 発表標題 接木における -1,4-グルカナーゼの過剰発現あるいは外的投与の効果
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Luo Q, Shu X, Kawakatsu, Y, Morinobe R, Lalita J, Son H, Sato A, Kurotani K, Notaguchi M
2. 発表標題 Chemical screening to identify graft promoting molecules in Fabaceae
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口航平, 馬建鋒, 太田垣駿吾, 松本省吾, 白武勝裕
2. 発表標題 トマトの接ぎ木植物の接着部のイオノーム解析およびホウ素輸送体遺伝子の発現パターン
3. 学会等名 令和3年度園芸学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川口航平, 馬建鋒, 太田垣駿吾, 松本省吾, 白武勝裕
2. 発表標題 接ぎ木接着部のイオノーム解析とMn輸送体遺伝子の発現解析
3. 学会等名 第6回植物の栄養研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Subhankar Bera, Koh Aoki
2. 発表標題 移行性RNAによる寄生植物と宿主植物の相互作用
3. 学会等名 第38回日本植物バイオテクノロジー学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Subhankar Bera, Koh Aoki
2. 発表標題 Interaction between parasitic and host plants via interspecifically mobile RNAs
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Luo Q, Shu X, Sato A, Kawakatsu Y, Morinobe R, Jantean L, Son H, Kurotani K, Notaguchi M
2. 発表標題 Chemical Screening to Identify Graft Promoting Molecules in Fabaceae
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田口理孝
2. 発表標題 2つの植物が会会う接ぎ木境界面の現象
3. 学会等名 日本植物学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白武勝裕
2. 発表標題 画期的機能を持つ接ぎ木システムの実用化と接ぎ木効率を向上させる接ぎ木促進剤の開発
3. 学会等名 産学官協力セミナー「イノベーション創出強化研究推進事業勉強会」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口航平, 馬建鋒, 太田垣駿吾, 松本省吾, 白武勝裕
2. 発表標題 トマトの接ぎ木成立に関する無機イオンの探索とMnの機能解析
3. 学会等名 植物の栄養研究会 第7回交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小倉瑞季, 青木考
2. 発表標題 <i>Cuscuta campestris</i> と <i>Arabidopsis thaliana</i> の寄生境界面に形成される原形質連絡の形成制御因子の探索
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藪さこアーニャ妙子, 青木考
2. 発表標題 寄生植物 <i>Cuscuta campestris</i> と宿主植物間のmRNA 輸送システム制御機構の解析
3. 学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 白武勝裕	4. 発行年 2020年
2. 出版社 文永堂出版	5. 総ページ数 11
3. 書名 野菜園芸学 第2版「ゲノム関連技術 (DNAマーカー選抜育種とゲノミックセレクション, オミクス, 遺伝子組換えとゲノム編集)」	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 接木改善剤	発明者 野田口理孝, 白武勝裕, 他7名	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-052727	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 トマト果実糖度及びノ又は耐ストレス性の向上に用いることができるトマト用台木	発明者 白武勝裕，中畝誠， 塚澤和憲	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特許第7168931	取得年 2022年	国内・外国の別 国内

〔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	野田口 理孝 (Notaguchi Michitaka) (00647927)	京都大学・理学研究科・教授 (14301)	
研究分担者	青木 考 (Aoki Ko) (30344021)	大阪府立大学・生命環境科学研究科・教授 (24403)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究会

〔国際研究会〕 計1件

国際研究会 第61回日本植物生理学会年会シンポジウム「Molecular basis of long-distance signaling in plants」	開催年 2020年～2020年
---	--------------------

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		
米国	Virginia Tech		
ドイツ	Friedrich-Alexander Universitat		