様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　６ 年　６ 月　４ 日現在

機関番号：１７４０１
研究種目：挑戦的研究（萌芽）
研究期間：2021～2023
課題番号：２１Ｋ１９２７３

研究課題名（和文）多細胞動植物間相互作用物質・受容体の網羅的同定と生物多様性・進化の誘導原理の明徴

研究課題名（英文）Comprehensive Identification of Interacting Substances and Receptors between Multicellular Plants and Animals and the Inductive Principles of Biodiversity and Evolution

研究代表者
澤　進一郎（Sawa, Shinichiro）

熊本大学・大学院先端科学研究部（理）・教授

研究者番号：００３１５７４８

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　5,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、BY2培養液から線虫誘引物質の精製を進めた。誘引活性を指標に精製をすすめ、その後、ゲル濾過による分子量での分画、極性を用いたカラムによる分画を行い、精製を進めグルコマンナンを誘引物質の候補として得た。また、様々な長さの多糖を試験し、誘引物質の活性が有るかを確認し、10糖程度の低分子グルコマンナンにも誘引活性が有ることを確認した。さらに、土壌線虫であるC.elegansのゲノム情報を基に線虫誘引物質の受容体の候補を抽出した。様々な植物種の誘引物質と様々な線虫類の受容体情報をもとに、どのような線虫類が、どのような代謝物をもつ宿主を新たに認識できるようになるかが予測可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究により、多細胞動物－多細胞植物相互作用が誘導する生物多様性とその進化について、新たなモデル実験系の確立と、あらたな研究手法の確立をもって生物の多様性に関する新たな研究領域の開拓ができるようになったと確信している。また、本研究ではセンチュウの誘引物質の同定を行った。本研究で用いた根瘤線虫類は、世界で年間数十兆円の農業被害をもたらすことがわかっている。この誘引物質を利用する事で、線虫トラップ剤の開発が可能となり、農薬を使わない環境に優しい農業に貢献する事が可能となることから、社会的意義も大きいと考えている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we purified nematode attractants from BY2 culture. The purification was carried out using the attractant activity as an indicator, followed by fractionation by molecular weight using gel filtration and polar column fractionation, and glucomannan was obtained as a candidate attractant. Polysaccharides of various lengths were tested to see if they had attractant activity, and it was confirmed that low molecular weight glucomannan of about 10 saccharides also had attractant activity. Furthermore, based on the genome information of C. elegans, a soil nematode, we extracted candidate receptors for nematode attractants. Based on the information on attractants of various plant species and receptors of various nematode species, it became possible to predict which nematode species will be able to recognize new hosts with which metabolites.

研究分野：植物分子形態学

キーワード：植物感染性線虫　誘引物質

※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

生物間相互作用の研究は、生物学の研究そのものと同じくらい長い歴史を持つ。特に、多細胞生物間相互作用は、エレガントであり、かつ複雑で、興味深い現象だが、その分子機構に関しては、ほとんど未知の領域である。花が昆虫により花粉を運んでもらうことで受粉を成立させ子孫を残す例などは、太古の昔から、人類が、食糧生産のために不可欠な知識でもある。近年に至っても、様々な種間相互作用の発見が続々となされており、その多様性は、はかりしれない。多細胞生物間相互作用は、エレガントである一方で、複雑であり、その分子機構に関しては、ほとんど未知の領域である。

一方、生物間相互作用の分子レベルでの解析については、微生物–植物相互作用に関して、共生や病害応答といった文脈において多くの知見が得られつつあり、植物病理分野として、大きな研究領域をも形成している。しかし、多細胞動物–多細胞植物間での相互作用に関する分子知見はほとんどないのが現状である。その原因は、よいモデル実験系の欠如によると考えられる。

２．研究の目的

新生代に入ると、植物の世界では裸子植物やシダ植物が衰退し、花をつくる被子植物が爆発的に多様化し繁栄するようになった。昆虫類・哺乳類・鳥類などが、被子植物の蜜や果実を利用することで、受粉や種子散布などを多様化させ、お互い相互作用をしながら独自の進化をとげ、現代のような多様な植物（及びそれに伴う動物）が進化したと考えられる。一方、これまでに、ミツバチと花など、多細胞動物―多細胞植物相互作用について、様々な現象が明らかとなっているが、分子レベルでの研究はほとんどない。

本研究では、植物感染性線虫と植物をモデル実験系として利用し、多細胞動物―多細胞植物相互作用と、それに伴う進化を分子レベルで紐解くことを目的としている。

３．研究の方法

植物感染性線虫は、土の中で宿主を見つけることから、植物が出す化合物を認識していると考えられる。また、宿主特異性の高い「線虫―植物」の組合せも多く知られており、誘引物質とリガンドの組合せは、生物間相互作用の進化に密接に関わっていると考えられている。

我々は、これまでに、植物が放出しているサツマイモネコブセンチュウの誘引物質を複数単離・同定してきており、線虫側の受容体候補も得ている。本申請研究では、さらなる誘引物質の単離を目指した。また、多くの線虫類のゲノム情報を用いて、誘引物質-受容体の組合せに関する情報量を増やし、そのバリエーションについて網羅的に探索する。

４．研究成果

本研究では、植物の培養液から線虫誘引物質の精製を進めた。誘引活性を指標に精製をすすめた。まず、極性によって分離するために、分液操作を行った。本研究で行った、酢酸エチルとエーテルを用いた分液操作は、サンプルと非極性有機溶媒を混合することで、極性の違いによって物質を分離する方法である。極性がある物質は水層に溶解し、非極性物質は有機層に溶解する。分液操作で培養液の極性の強弱で分別したところ、水画分にのみ活性が見られた。このことから、線虫誘引物質は極性が高い物質であると考えられた。

次に、培地成分として含まれている多量の塩やスクロースを取り除くために、メタノール精製を行った。メタノール精製は、サンプルとメタノールを混合することで、極性の違いによって物質を分離する方法である。極性がある物質は水層に溶解し、非極性物質はメタノール層に溶解する。まず、分液操作後の水画分を凍結乾燥し、メタノールに溶かしてろ紙に通した。その後同じろ紙を使用して水を流し、極性によって更に物質を分別した。その結果、メタノール画分と水画分のどちらにも活性が見られたが、水画分の方により強い活性が見られた。結果から、メタノール画分の誘引活性は、メタノール精製により分別できなかった糖または、分液操作によって分別できなかった非極性物質に誘引活性がある可能性が考えられた。理想的に細胞壁多糖類は水画分に分離されるため、水画分に焦点を当てて精製を進めた。

次にメタノール精製の水画分から親水性の高いオリゴ糖などを取り除くためにSep-Pak C18による精製を行った。Sep-pak C18（Waters）は、C18カラムの強い疎水性を有するシリカベースの固相が充填された固相抽出製品であり、疎水性～弱疎水性の化合物の抽出に使用される。主に、生体内の代謝産物の抽出や、脱塩、環境水中の微量有機物の抽出などに用いられる。Sep-Pak C18を行った結果、得られた素通り画分と 60%アセトニトリル画分のどちらにも活性が見られた。60%アセトニトリル画分からRG-Iが単離されたことから、新規の誘引物質を探索するために、素通り画分に焦点を当てて精製を進めた。

さらに、Sep-Pak素通り画分の脱塩を行うためにPD-10(GEヘルスケアサイエンス)による精製を行った。PD-10は、Sephadex G-25(ゲルろ過クロマトグラフ

ィー用カラム)が充填されており、ゲルろ過クロマトグラフィー用カラム法の原理に基づいて、2.5 mL までのサンプルを分子量 5,000 以上の物質を含む 3.5 mL と 5,000 以下の低分子物質を含む 3.5 mL に分離できる。Sep-Pak C18 素通り画分を PD-10 にかけたところ、得られた分子量 5000 以上の高分子画分、5000 以下の低分子画分どちらも誘引活性が見られた。

本研究は、糖に焦点を当てて精製を進めているため、PD-10 により得られた分子量 5000 以上の高分子画分、5000 以下の低分子画分それぞれの糖量をフェノール濃硫酸法により、測定した。フェノール硫酸法は中性糖の代表的な定量法であり、糖の硫酸処理によって生じるフルフラール誘導体を、フェノールと反応させることで生じる呈色具合から糖量を定量している（DuBois et al., 1956)。その結果、高分子画分では、サンプル 5 mg 中 3.4 mg、低分子画分では、10 mg 中 3.2 mg 含まれていた。

十分な量の糖量が存在することが確認できたので、次に Sep-Pak C18 素通り画分にどのような多糖が含まれているか調べるために、構成糖分析を行った。構成糖分析は、多糖を含水トリフルオロ酢酸（TFA）によって加水分解し、遊離した単糖を HPAEC-PAD で検出することによって、その単糖の構成比から多糖の種類を同定することができる。分析の結果、検出された単糖のパターンから、マンナンなどの多糖が含まれていることが予想された。市販のグルコマンナンの誘引活性を評価したところ、誘引活性が確認出来た。このことから、培養液中のグルコマンナンが誘引物質であると結論づけた。

一方、土壌線虫であるC.elegansのゲノム情報を基に線虫誘引物質の受容体の候補を抽出した。様々な植物種の誘引物質と様々な線虫類の受容体情報をもとに、どのような線虫類が、どのような代謝物をもつ宿主を新たに認識できるようになるかが予測可能となった。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計30件（うち査読付論文　30件／うち国際共著　16件／うちオープンアクセス　0件）

１．著者名 Oota Morihiro、Toyoda Syuuto、Kotake Toshihisa、Wada Naoki、Hashiguchi Masatsugu、Akashi Ryo、Ishikawa Hayato、Favery Bruno、Tsai Allen Yi-Lun、Sawa Shinichiro	４．巻 13
２．論文標題 Rhamnogalacturonan-I as a nematode chemoattractant from Lotus corniculatus L. super-growing root culture	５．発行年 2023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.2022.1008725	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 Nakagami Satoru、Aoyama Tsuyoshi、Sato Yoshikatsu、Kajiwara Taiki、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro	４．巻 113
２．論文標題 CLE3 and its homologs share overlapping functions in the modulation of lateral root formation through CLV1 and BAM1 in Arabidopsis thaliana	５．発行年 2023年
３．雑誌名 The Plant Journal	６．最初と最後の頁 1176～1191
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/tpj.16103	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 Sotta Naoyuki、Sakamoto Takuya、Kamiya Takehiro、Tabata Ryo、Yamaguchi Katsushi、Shigenobu Shuji、Yamada Masashi、Hasebe Mitsuyasu、Sawa Shinichiro、Fujiwara Toru	４．巻 14
２．論文標題 NAC103 mutation alleviates DNA damage in an Arabidopsis thaliana mutant sensitive to excess boron	５．発行年 2023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.2023.1099816	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 Asaoka Mariko、Sakamoto Shingo、Gunji Shizuka、Mitsuda Nobutaka、Tsukaya Hirokazu、Sawa Shinichiro、Hamant Olivier、Ferjani Ali	４．巻 150
２．論文標題 Contribution of vasculature to stem integrity in Arabidopsis thaliana	５．発行年 2023年
３．雑誌名 Development	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） 10.1242/dev.201156	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 Furumizu Chihiro、Sawa Shinichiro	4．巻 40
2．論文標題 A rapid method for detection of the root-knot nematode resistance gene, Mi-1.2 in tomato cultivars	5．発行年 2023年
3．雑誌名 Plant Biotechnology	6．最初と最後の頁 105～108
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5511/plantbiotechnology.22.1206a	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 Suzuki Reira、Kanno Yuri、Abril-Urias Patricia、Seo Mitsunori、Escobar Carolina、Tsai Allen Yi-Lun、Sawa Shinichiro	4．巻 13
2．論文標題 Local auxin synthesis mediated by YUCCA4 induced during root-knot nematode infection positively regulates gall growth and nematode development	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.2022.1019427	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 Kang Jingke、Wang Xuening、Ishida Takashi、Grienenberger Etienne、Zheng Qian、Wang Jing、Zhang Yonghong、Chen Wenqiang、Chen Mengmeng、Song Xiu‐Fen、Wu Chengyun、Hu Zhubing、Jia Lingyu、Li Chen、Liu Chun‐Ming、Fletcher Jennifer C.、Sawa Shinichiro、Wang Guodong	4．巻 235
2．論文標題 A group of peptides regulates shoot regeneration in Arabidopsis thaliana	5．発行年 2022年
3．雑誌名 New Phytologist	6．最初と最後の頁 2300～2312
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nph.18291	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 Okamoto Satoru、Kawasaki Azusa、Makino Yumiko、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro	4．巻 189
2．論文標題 Long-distance translocation of CLAVATA3/ESR-related 2 peptide and its positive effect on roots sucrose status	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Plant Physiology	6．最初と最後の頁 2357～2367
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/plphys/kiac227	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 Zhang Lihua、Yang Yi、Mu Changqing、Liu Mingyu、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro、Zhu Yuxian、Pi Limin	4．巻 13
2．論文標題 Control of Root Stem Cell Differentiation and Lateral Root Emergence by CLE16/17 Peptides in Arabidopsis	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.2022.869888	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 Zhang Yi、Tan Shuya、Gao Yuhan、Kan Chengcheng、Wang Hou‐Ling、Yang Qi、Xia Xinli、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro、Guo Hongwei、Li Zhonghai	4．巻 235
2．論文標題 CLE42 delays leaf senescence by antagonizing ethylene pathway in Arabidopsis	5．発行年 2022年
3．雑誌名 New Phytologist	6．最初と最後の頁 550～562
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nph.18154	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 Zhang Yi、Tan Shuya、Gao Yuhan、Kan Chengcheng、Wang Hou‐Ling、Yang Qi、Xia Xinli、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro、Guo Hongwei、Li Zhonghai	4．巻 235
2．論文標題 CLE42 delays leaf senescence by antagonizing ethylene pathway in Arabidopsis	5．発行年 2022年
3．雑誌名 New Phytologist	6．最初と最後の頁 550～562
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nph.18154	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 Truong Nhat My、Chen Yongpan、Mejias Joffrey、Soule Salome、Mulet Karine、Jaouannet Maelle、Jaubert-Possamai Stephanie、Sawa Shinichiro、Abad Pierre、Favery Bruno、Quentin Michael	4．巻 12
2．論文標題 The Meloidogyne incognita Nuclear Effector MiEFF1 Interacts With Arabidopsis Cytosolic Glyceraldehyde-3-Phosphate Dehydrogenases to Promote Parasitism	5．発行年 2021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.2021.641480	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 Asaoka Mariko、Ooe Mao、Gunji Shizuka、Milani Pascale、Runel Gael、Horiguchi Gorou、Hamant Olivier、Sawa Shinichiro、Tsukaya Hirokazu、Ferjani Ali	4．巻 148
2．論文標題 Stem integrity in Arabidopsis thaliana requires a load-bearing epidermis	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Development	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） 10.1242/dev.198028	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 Imoto Ayame、Yamada Mizuki、Sakamoto Takumi、Okuyama Airi、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro、Aida Mitsuhiro	4．巻 10
2．論文標題 A ClearSee-Based Clearing Protocol for 3D Visualization of Arabidopsis thaliana Embryos	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Plants	6．最初と最後の頁 190～190
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/plants10020190	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 Toyoda Syuuto、Oota Morihiro、Ishikawa Hayato、Sawa Shinichiro	4．巻 38
2．論文標題 Calcium sulfate and calcium carbonate as root-knot-nematode attractants and possible trap materials to protect crop plants	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Plant Biotechnology	6．最初と最後の頁 157～159
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5511/plantbiotechnology.20.0806a	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 Yuan Na、Furumizu Chihiro、Zhang Baolong、Sawa Shinichiro	4．巻 38
2．論文標題 Database mining of plant peptide homologues	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Plant Biotechnology	6．最初と最後の頁 137～143
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5511/plantbiotechnology.20.0720a	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 Ishida Takashi、Yoshimura Haruna、Takekawa Masatsugu、Higaki Takumi、Ideue Takashi、Hatano Masaki、Igarashi Masayuki、Tani Tokio、Sawa Shinichiro、Ishikawa Hayato	4．巻 11
2．論文標題 Discovery, characterization and functional improvement of kumamonamide as a novel plant growth inhibitor that disturbs plant microtubules	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Scientific Reports	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/s41598-021-85501-1	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 Suzuki Reira、Ueda Takashi、Wada Takuji、Ito Masaki、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro	4．巻 38
2．論文標題 Identification of genes involved in Meloidogyne incognita-induced gall formation processes in Arabidopsis thaliana.	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Plant Biotechnology	6．最初と最後の頁 1～8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5511/plantbiotechnology.20.0716a	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 Terada Shiori、Kubo Minoru、Akiyoshi Nobuhiro、Sano Ryosuke、Nomura Toshihisa、Sawa Shinichiro、Ohtani Misato、Demura Taku	4．巻 106
2．論文標題 Expression of peat moss VASCULAR RELATED NAC-DOMAIN homologs in Nicotiana benthamiana leaf cells induces ectopic secondary wall formation	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Plant Molecular Biology	6．最初と最後の頁 309～317
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11103-021-01148-6	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 －

1．著者名 Hida Hirotaka、Ebara Rika、Hayashi Shumpei、Kanno Isaku、Furumizu Chihiro、Sawa Shinichiro	4．巻 141
2．論文標題 Method for Analyzing an Infection Process of Plant-parasitic Nematodes Using a Microfluidic Device	5．発行年 2021年
3．雑誌名 IEEJ Transactions on Sensors and Micromachines	6．最初と最後の頁 141～146
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejsmas.141.141	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 Furumizu Chihiro、Sawa Shinichiro	4．巻 12
2．論文標題 The RGF/GLV/CLEL Family of Short Peptides Evolved Through Lineage-Specific Losses and Diversification and Yet Conserves Its Signaling Role Between Vascular Plants and Bryophytes	5．発行年 2021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.2021.703012	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 Furumizu Chihiro、Krabbered Anders K.、Hammerstad Marta、Alling Renate M.、Wildhagen Mari、Sawa Shinichiro、Aalen Reidunn B.	4．巻 33
2．論文標題 The sequenced genomes of nonflowering land plants reveal the innovative evolutionary history of peptide signaling	5．発行年 2021年
3．雑誌名 The Plant Cell	6．最初と最後の頁 2915～2934
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/plcell/koab173	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 Tsai Allen Yi-Lun、Iwamoto Yuka、Tsumuraya Yoichi、Oota Morihiro、Konishi Teruko、Ito Shinsaku、Kotake Toshihisa、Ishikawa Hayato、Sawa Shinichiro	4．巻 7
2．論文標題 Root-knot nematode chemotaxis is positively regulated by I-galactose sidechains of mucilage carbohydrate rhamnogalacturonan-I	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Science Advances	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） 10.1126/sciadv.abh4182	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 Tsai Allen Yi-Lun、McGee Robert、Dean Gillian H、Haughn George W、Sawa Shinichiro	4．巻 62
2．論文標題 Seed Mucilage: Biological Functions and Potential Applications in Biotechnology	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Plant and Cell Physiology	6．最初と最後の頁 1847～1857
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/pcp/pcab099	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 Suzuki Reira、Yamada Mizuki、Higaki Takumi、Aida Mitsuhiro、Kubo Minoru、Tsai Allen Yi-Lun、Sawa Shinichiro	4．巻 12
2．論文標題 PUCHI Regulates Giant Cell Morphology During Root-Knot Nematode Infection in Arabidopsis thaliana	5．発行年 2021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.2021.755610	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 Yanagawa Aya、Krishanti Ni Putu Ratna Ayu、Sugiyama Akifumi、Chrysanti Emiria、Ragamustari Safendrri Komara、Kubo Minoru、Furumizu Chihiro、Sawa Shinichiro、Dara Surendra K.、Kobayashi Masaru	4．巻 76
2．論文標題 Control of Fusarium and nematodes by entomopathogenic fungi for organic production of Zingiber officinale	5．発行年 2021年
3．雑誌名 Journal of Natural Medicines	6．最初と最後の頁 291～297
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11418-021-01572-4	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 Zhang Yi、Tan Shuya、Gao Yuhan、Kan Chengcheng、Wang Hou-Ling、Yang Qi、Xia Xinli、Ishida Takashi、Sawa Shinichiro、Guo Hongwei、Li Zhonghai	4．巻 In Pless
2．論文標題 CLE42 Delays Leaf Senescence by Antagonizing Ethylene Pathway in Arabidopsis	5．発行年 2022年
3．雑誌名 New Phytol	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） 10.1101/2022.02.27.481379	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 Islam Md. Saidul、Yagyu Junya、Sekine Yoshihiro、Sawa Shinichiro、Hayami Shinya	4．巻 3
2．論文標題 High water adsorption features of graphene oxide: potential of graphene oxide-based desert plantation	5．発行年 2022年
3．雑誌名 Materials Advances	6．最初と最後の頁 3418～3422
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/D2MA00126H	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 Limin Pi, Lihua Zhang, Yi Yang, Changqing Mu, Mingyu Liu, Takashi Ishida, Shinichiro Sawa, Yuxian Zhu.	4．巻 In Pless
2．論文標題 Control of root stem cell differentiation and lateral root emergence by CLE16/17 peptides in Arabidopsis	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） 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 該当する

1．著者名 福永裕一，谷幸子，山本孝寿，尾添宏進，澤進一郎	4．巻 In Pless
2．論文標題 トサノクロムヨウラン（ラン科）を和歌山県に記録する	5．発行年 2022年
3．雑誌名 植物地理・分類研究	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 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17件（うち招待講演　2件／うち国際学会　0件）

1．発表者名 梶原大揮，中上知，澤進一郎
2．発表標題 7 重変異体を用いたCLE1-7 の機能解析
3．学会等名 第64回日本植物生理学会年会
4．発表年 2023年

1．発表者名 Xiaomin Song, Yi Yang, 澤進一郎，古谷将彦
2．発表標題 NPH3 様タンパク質の凝集および脱凝集がオーキシン極性輸送を制御する
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 田代美空，吉田祐樹，澤進一郎
２．発表標題 ジャスモン酸に応答したトライコーム増加が欠損したシロイヌナズナ突然変異体の解析
３．学会等名 第64回日本植物生理学会年会
４．発表年 2023年

１．発表者名 岡本暁，川崎梓，牧野由美子，石田喬志，澤進一郎
２．発表標題 根のスクロース含量を正に制御する長距離移行性CLE2 ペプチド
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 陣川麻衣，蔡宜倫，川口正代司，澤進一郎
２．発表標題 植物感染性サツマイモネコブセンチュウと根粒菌の根感染競争行為
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 Nao Kamino, Shinichiro Sawa
２．発表標題 Molecular perspective on plant-nematode interaction by Single gall RNA seq analysis
３．学会等名 International Symposium on Plant Developement and Biotic Interaction
４．発表年 2022年

１．発表者名 Shinichiro Sawa
２．発表標題 Nemacrush treatment mimics gall formation induced by nematodes
３．学会等名 International Symposium on Plant Developement and Biotic Interaction
４．発表年 2022年

１．発表者名 澤進一郎
２．発表標題 酸化グラフェンの農業利用の検討
３．学会等名 第18回酸化グラフェンナノシートシンポジウム
４．発表年 2022年

１．発表者名 川本 望，中楚 洋介，吉田 祐樹，國枝 匡，出村 拓，澤 進一郎，森田(寺尾)美代
２．発表標題 合成生物学アプローチによる樹木の枝の伸長角度制御 -植物発生・生理学からのBaubotanikへの挑戦-
３．学会等名 日本建築学会2022
４．発表年 2022年

１．発表者名 木津亮介,橋本玲奈,郡司玄,古賀晧之,光田展隆,花井研哉,堀口吾朗,澤進一郎,塚谷裕一,Ali Ferjani
２．発表標題 set 変異はde-etiolated3-1 変異体の矮化及び暗所での光形態形成を抑制する
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 郡司玄,木津亮介,木村大夢,橋本玲奈,石附夏子,市川麻央,本池珠恵,古賀晧之,花井研哉,平野智成,風間裕介,阿部智子,光田展隆,堀口吾朗,澤進一郎,塚谷裕一,フェルジャニ アリ
２．発表標題 変異体の花茎の矮化を抑圧するSET 遺伝子のクローニング及び機能解析
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 吉田祐樹,澤進一郎
２．発表標題 気孔直下の葉肉細胞間に空隙（気孔腔）を形 成する細胞間シグナル伝達
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 澤進一郎
２．発表標題 サツマイモネコブセンチュウの誘引物質の同定
３．学会等名 第63回日本植物生理学会年会（招待講演）
４．発表年 2022年

１．発表者名 水木 まゆ,金子 洋平,雪江 祥貴,陶山 佳久,廣田 峻,澤 進一郎,久保 稔,山尾 僚,笹部 美知子,池田 紘士
２．発表標題 近縁な4種のアブラムシが形成する虫こぶにおける捕食者防御戦略の進化
３．学会等名 第69回日本生態学会大会
４．発表年 2022年

１．発表者名 澤 進一郎
２．発表標題 植物と動物の交信：ネコブセンチュウ
３．学会等名 ２０２１年度エクセレントコア国際研究拠点シンポジウム 『サイレントボイスセンシング～自然との共感～ 』（招待講演）
４．発表年 2022年

１．発表者名 Allen Yi-Lun Tsa,岩本祐佳,円谷陽一,大田守浩,小西照子,伊藤晋作,小竹敬久,石川隼人,澤進一郎
２．発表標題 種皮ムシレージ多糖類ラムノガラクツロナン‐IのL-ガラクトース側鎖がネコブセンチュウの走化性行動を制御する
３．学会等名 日本線虫学会大会
４．発表年 2021年

１．発表者名 岡本 暁,川崎 梓,牧野 由美子,石田 喬志,澤 進一郎
２．発表標題 長距離移行性ペプチドによる根の成長とスクロース含量の維持
３．学会等名 植物化学調節学会
４．発表年 2021年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔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	石川　勇人 (Ishikawa Hayato) (80453827)	千葉大学・大学院薬学研究院・教授 (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