

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05452

研究課題名（和文）カーラクトンから派生した新奇発芽刺激物質に関する生物有機化学的研究

研究課題名（英文）Bioorganic chemistry research on novel germination stimulants derived from carlactone

研究代表者

謝 肖男 (XIE, Xiaonan)

宇都宮大学・バイオサイエンス教育研究センター・准教授

研究者番号：30610323

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000 円

研究成果の概要（和文）：植物の根から根圏に放出されたストリゴラクトン(SL)は、根寄生植物の種子発芽刺激物質として、また、AM菌の菌糸分岐誘導物質として、それぞれ寄生と共生のシグナルとして働いている。本研究は、ABC環を有しない非典型的SLの単離・構造解析、生理機能および生合成経路の解明を行った。その結果、マメ科、イネ科、キク科およびコケ植物から計5種類の新規非典型SLを単離・構造決定した。多種多様な植物種が非典型SLを生産していることがわかった。さらに、イオンモビリティ型質量分析装置を用いるSLの超高感度分析法を開発し、1mg以下の微小组織からSLを検出することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植物生産するストリゴラクトンはAM菌の共生に必須なシグナル分子であり、さらには植物地上部および地下部の形態形成を制御する植物ホルモンである。本研究の研究成果はSL生産・分泌に及ぼす植物栄養素に影響の解析、根寄生植物の種子発芽におけるSLの構造活性相関の解析などにも関わり、SLおよび根寄生植物に関する基礎的研究を幅広く推進することができる。また、枝分かれの制御は植物の形態形成や農業生産に直接影響していることから、本研究は国連の持続可能な開発目標（SDGs）の目標2「飢餓をゼロに」と15「陸上の豊かさを守る」などにも貢献できる。

研究成果の概要（英文）：In the rhizosphere, strigolactones (SLs) induce seed germination in root parasitic weeds and promote root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi. In plants, SLs function as a novel class of hormones regulating plant architecture. In this study, structural diversity, distribution in the plant kingdom, and biological functions of SLs are summarized. As a result, five novel noncanonical SLs were isolated and structurally determined from legumes, grasses, asteraceae and bryophytes. Furthermore, we have developed an ultrasensitive analytical method for SL using an ion mobility mass spectrometer, and succeeded in detecting SL in microtissues of 1 mg.

研究分野：天然物有機化学

キーワード：ストリゴラクトン 植物ホルモン 非典型ストリゴラクトン イオンモビリティ 質量分析

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

根寄生植物の種子発芽刺激物質として発見されたストリゴラクトン(strigolactone, SL)は、アーバスキュラー菌根菌(AM 菌)の共生に必須なシグナル分子であり、さらには植物地上部および地下部の形態形成を制御する植物ホルモンである。2012年、SL 生合成における重要な中間体である carlactone (CL) が発見された。CL はそれまで知られていた天然 SL とは異なり、A 環と、エノールエーテルを介して結合した D 環の部分構造を有するものの、B 環と C 環は持っていない。CL の発見を契機として、3 環性の母核を持たない SL が次々と発見され、SL の化学構造について新たな展開がもたらされた。そして、天然 SL は、ABC 環をもつ典型的 SL (canonical SL) と、ABC 環をもたない非典型的 SL (non-canonical SL) に分類されることになった。非典型的 SL は、エノールエーテル-D 環の部分構造を持つが、3 環性の ABC 環構造を持たないため、典型的 SL に比較するとはるかに構造多様性に富んでおり、より多くの植物種に含まれていると考えられる。しかし、非典型的 SL は典型的 SL に比べて遙かに不安定であり、取り扱いが難しい。そのため、非典型的 SL の構造解析や、生理的な機能や、生合成経路については不明な点が多くのことされている。

### 2. 研究の目的

イネを始めとする多種多様な植物種が非典型的 SL を生産していることが予備的な検討からわかった。非典型的 SL は典型 SL より植物界に普遍的に存在する可能性が強く示唆された。蘚類やシダ類のイヌカタヒバが非典型的 SL を中心に分泌していることから、非典型的 SL は少なくとも 6 億年前には植物の根圏に存在していたことが示唆される。植物界に古くから存在する非典型的 SL は、現在 SL に解明されている機能以外にも、植物と他の生物を繋ぐ重要なシグナルとして働いていた可能性も考えられる。そのため、本研究では、植物が生産するこれまで発見されていない新規非典型的 SL の 単離・構造解析、生理機能の解析、生合成経路の解明を目的とする研究を行った。

### 3. 研究の方法

本研究では、典型的な SL とは構造的に異質な新規非典型的 SL の、非典型的 SL の単離・構造解析を中心に、生理機能の解析、生合成経路の解明を行った。根寄生植物ヤセウツボ(*O. minor*) 種子に対する発芽刺激活性を指標に単離を進め、種々の機器分析により構造解析を行った。同時に合成標品とのこれまでに蓄積した各種機器分析データの比較により構造決定を効率的にも進めた。

本研究は、マメ科植物のミヤコグサ、イネ科植物のオオムギ、およびコケ植物のフタバゼニコケを植物材料として、根寄生植物ヤセウツボ種子に対する発芽刺激活性を指標に、これらの植物種のそれぞれが生産する非典型的 SL の同定および新規非典型的 SL の構造解明を行った。

さらに、非典型的 SL の起源および植物界における分類を明確にするため、植物界における非典型的 SL の分布状況、および植物体内の各部位における非典型的 SL の含有量を調査する。これらのデータに基づき、非典型的 SL の起源、植物界における非典型的 SL 分泌量の量的・質的变化を判定した。なお、本項目については、より高感度・高精度に SL を検出するために、イオンモビリティ質量分析における SL の検出方法も同時に構築した。

続いて、これら単離・構造決定した非典型的 SL 生理機能については、SL で行われている各種の生理活性試験を適用した。

生合成経路の解明については、非典型的 SL の生合成経路は CL までは SL と共通であると考えられるが、非典型的 SL が CL 由来であることを確認するために $^{13}\text{C}$ CL およびその MAX1 代謝物を用いてエンバク、トウモロコシとミヤコグサへの投与実験を行い、それぞれ生産する非典型的 SL への変換を確認した。

### 4. 研究成果

#### (1) Lotuslactone の構造決定および生合成経路の解明。

ミヤコグサの種子 (Miyakojima MG-20, 400 粒) を表面殺菌し、温室で 21 日育成した後、水道水を用いて水耕栽培した。水耕液に含まれる根の分泌物を活性炭に吸着させた後、アセトンで溶出し、アセトンを減圧濃縮後、残渣を酢酸エチルで抽出して酢酸エチル可溶区を得た。抽出物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで分画し、ヤセウツボ種子に対して発芽刺激活性を示すフラクションをさらに ODS-HPLC で精製した。精製したサンプルは、NMR、LC-MS/MS によって構造解析を行った。LC-MS/MS で分析した結果、ミヤコグサの根浸出液には 5-deoxystrigol の他に、カラクトン酸が含まれていることがわかった。

また、新規 SL の分子式は HR-ESI-TOF-MS の結果から  $\text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{O}_9$  と決定された。MS および NMR データの解析から、この新規 SL の化学構造は (E)-methyl 2-(3-acetoxy-2-hydroxy-7-methyl-1-oxo-1,2,3,4,5,6-hexahydroazulen-2-yl)-3-

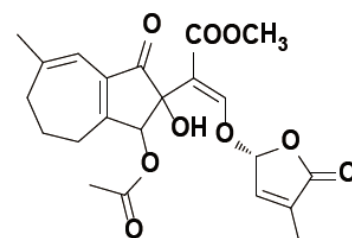


図 1. Lotuslactone の化学構造

(((R)-4-methyl-5-oxo-2,5-dihydrofuran-2-yl)oxy)acrylate と決定し(図 1)、Lotuslactone と命名した。

また、Lotuslactone における AM 菌の菌糸分岐活性および根寄生植物の発芽刺激物活性を評価した。Lotuslactone は非典型 SL の中、AM 菌菌糸分岐に対し、約 1ng/disc の比較的高い菌糸分岐誘導活性を示した。また根寄生植物の発芽刺激物活性では、オロバンキおよびフェリバンチに対し、0.1 nM で約 100% の発芽刺激活性をしめしていることがわかった(図 2)。

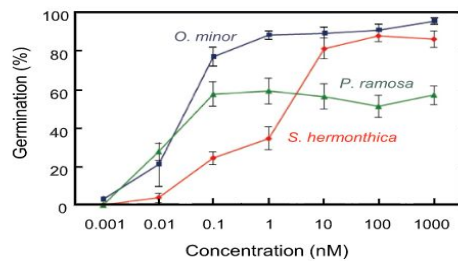


図 2 .Germination stimulation activity of novel strigolactone on *S. hermonthica*, *O. minor* and *P. ramosa* seeds

### (2) イネ科植物が生産する新規非典型 SL の同定および構造解析

オオムギは根寄生植物の宿主であり、さらに枝分かれ(分げつ)が多い品種が多数存在している。そこで、本研究では、まず、オオムギが生産する SL の同定および新規 SL の探索を行った。次に、オオムギの分げつにおける SL の生産の違いについても調査した。オオムギ(シュンライ・六条大麦)を水耕栽培し、その根浸出液を活性炭で吸着させ、アセトンで溶出した水溶残渣を酢酸エチルで抽出・脱水濃縮をおこなった。得られた粗抽出物については、LC-MS/MS で既知 SL の同定、および HPLC で分取した各フラクションに対するヤセウツボ種子の発芽刺激活性の有無による新規 SL の探索を行った。また、分げつ多い変異株(GSHO2023)、二条大麦(ミカモゴールドン・ミサトゴールドン)と野生株(Bowman)を同じく水耕栽培し、品種間における SL の違いを LC-MS/MS を用いて検討した。オオムギは既知 SL が検出されていなかったが、HPLC による生理活性試験により、新規非典型 SL の存在が示唆された。これらの活性区に LC-MS/MS を用いた分析から、オオムギには分子量 360、376 と 378 の 3 種類の新規 SL の存在が示唆された。

オオムギから発見した SL は分げつの多い変異株、野生株と二条大麦にも同様に検出され、品種間における生産の違いがないことがわかった。また、種々のイネ科植物の根浸出物から分子量 360 の新規 SL が見つかったことから、本研究で発見した新規非典型 SL がイネ科植物に普遍的に存在する SL であることが考えられる。

	新奇非典 SL			典型 SL			既知非典 SL	
	NovelSL1 (m/z361)	NovelSL2 (m/z377)	NovelSL2 (m/z379)	Orobanchol	Orobanchyl acetate	4-Deoxyorbanchol	Caracteosonic acid	Caracteosone
イネ (シュンライ・六条)	○	×	×	○	○	○	○	×
イネ (インテイク)	○	○	×	×	×	×	×	○
ライムギ	○	○	×	○	○	×	○	×
エンバク	○	×	○	×	×	×	×	×
コムギ	○	×	×	○	○	×	○	×

図 3 . イネ科植物が生産する SL の分布調査

### (3) コケ植物から新規非典 SL の構造解明

SL の起源を明確するに、陸上植物の基部に位置するコケ植物から SL の探索を行った。フタバゼニコケから、SL 進化過程では原始的な SL と思われる新規 SL の存在がわかった。フタバゼニコケを砂耕栽培し、根浸出物から一つ新規非典 SL 構造解明に成功し、bryosymbiol と命名した。Bryosymbiol はコケ植物だけではなく、落花生やセタカアワタチソウなどの植物にも確認されている。

### (4) イオンモビリティ MS を用いる SL の高感度分析技術の開発

これまでの植物体からの SL の分析では少なくとも新鮮重 10 g 以上の試料が必要で、そのため、植物体における SL の平均値しか得られない。また、溶媒抽出後に数種類のカートリッジカラムで精製してから分析を行っているため、ロスやハンドリングミスによって正確な測定値を得ることができない。そこで、本研究では、SL の簡便かつ高精度の生体内極微量成分の高感度分析、を目的として、従来の分析技術をふまえ、イオンモビリティスペクトロメトリー質量分析(IMS-MS)による SL の簡便かつ超高感度分析法の確立をした。本手法では、従来より 100 倍の高感度で SL を検出することができ、わずか 5 mm の植物の根から SL を同定することができた。本手法で測定したミヤコグサの抽出液からは発芽 5 日目の茎、基部、根で lotuslactone が検出、12 日目の根から lotuslactone と 5DS が検出された。測定結果より、ミヤコグサは成長につれて生産する SL の量を変化させていることが示唆された。さらに、これまで測れなかった地上部で lotuslactone と 5DS を検出することができたことから、根で生産された SL が地上部へ運ばれて枝分かれ抑制作用をもたらしているというモデルの支持につながると考えられた(図 4)。

発芽直後	5DS	Lotuslactone
根	ND	ND
発芽5日目	5DS	Lotuslactone
枝分かれ部分	ND	ND
茎	ND	D
基部	ND	D
根	ND	D
発芽12日目	5DS	Lotuslactone
主根の基部側4分の1	ND	ND
主根4分の1	D	D
主根4分の1	D	D
主根の先端4分の1	D	D
側根	D	D

図 4 . ミヤコグサが生産する SL の調査

## 5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Xie Xiaonan, Mori Narumi, Yoneyama Kaori, Nomura Takahito, Uchida Kenichi, Yoneyama Koichi, Akiyama Kohki	4. 巻 157
2. 論文標題 Lotuslactone, a non-canonical strigolactone from <i>Lotus japonicus</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phytochemistry	6. 最初と最後の頁 200 ~ 205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.phytochem.2018.10.034	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 Hamashima Noriko, Xie Xiaonan, Hikawa Mio, Suzuki Tomohiro, Kodama Yutaka	4. 巻 36
2. 論文標題 A gain-of-function T-DNA insertion mutant of <i>Marchantia polymorpha</i> hyper-accumulates flavonoid riccionidin A	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 201 ~ 204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.19.0722a	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 Morohoshi Tomohiro, Ogasawara Yuto, Xie Xiaonan, Hamamoto Hiroshi, Someya Nobutaka	4. 巻 34
2. 論文標題 Genetic and Biochemical Diversity for N-acylhomoserine Lactone Biosynthesis in the Plant Pathogen <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 429 ~ 435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME19105	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 Yoneyama Kaori, Akiyama Kohki, Brewer Philip B., Mori Narumi, Kawano Kawada Miyuki, Haruta Shinsuke, Nishiwaki Hisashi, Yamauchi Satoshi, Xie Xiaonan, Umehara Mikiyama, Beveridge Christine A., Yoneyama Koichi, Nomura Takahito	4. 巻 4
2. 論文標題 Hydroxyl carlactone derivatives are predominant strigolactones in <i>Arabidopsis</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Direct	6. 最初と最後の頁 e00219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pld3.219	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 Kusumah Dewi, Wakui Misaki, Murakami Mai, Xie Xiaonan, Yukihito Kabuyama, Maeda Isamu	4. 巻 84
2. 論文標題 Linoleic acid, -linolenic acid, and monolinolenins as antibacterial substances in the heat-processed soybean fermented with <i>Rhizopus oligosporus</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 1285 ~ 1290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2020.1731299	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 Mori Narumi, Sado Aika, Xie Xiaonan, Yoneyama Kaori, Asami Kei, Seto Yoshiya, Nomura Takahito, Yamaguchi Shinjiro, Yoneyama Koichi, Akiyama Kohki	4. 巻 174
2. 論文標題 Chemical identification of 18-hydroxycaractonoic acid as an LjMAX1 product and in planta conversion of its methyl ester to canonical and non-canonical strigolactones in <i>Lotus japonicus</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phytochemistry	6. 最初と最後の頁 112349 ~ 112365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.phytochem.2020.112349	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 Yoneyama Koichi, Xie Xiaonan, Yoneyama Kaori, Kisugi Takaya, Nomura Takahito, Nakatani Yoshifumi, Akiyama Kohki, McErlean Christopher S P	4. 巻 70
2. 論文標題 Corrigendum to: Which are the major players, canonical or non-canonical strigolactones?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Botany	6. 最初と最後の頁 1987 ~ 1987
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/erz001	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 Yoneyama Koichi, Xie Xiaonan, Yoneyama Kaori, Nomura Takahito, Takahashi Ikuo, Asami Tadao, Mori Narumi, Akiyama Kohki, Kusajima Miyuki, Nakashita Hideo	4. 巻 2
2. 論文標題 Regulation of biosynthesis, perception, and functions of strigolactones for promoting arbuscular mycorrhizal symbiosis and managing root parasitic weeds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pest Management Science	6. 最初と最後の頁 200 ~ 205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ps.5401	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 Xie Xiaonan, Mori Narumi, Yoneyama Kaori, Nomura Takahito, Uchida Kenichi, Yoneyama Koichi, Akiyama Kohki	4. 巻 157
2. 論文標題 Lotuslactone, a non-canonical strigolactone from <i>Lotus japonicus</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Phytochemistry	6. 最初と最後の頁 200 ~ 205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.phytochem.2018.10.034	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 Sun Huwei, Tao Jinyuan, Bi Yang, Hou Mengmeng, Lou Jiajing, Chen Xinni, Zhang Xuhong, Luo Le, Xie Xiaonan, Yoneyama Koichi, Zhao Quanzhi, Xu Guohua, Zhang Yali	4. 巻 8
2. 論文標題 OsPIN1b is Involved in Rice Seminal Root Elongation by Regulating Root Apical Meristem Activity in Response to Low Nitrogen and Phosphate	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 200 ~ 205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-29784-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 Morohoshi Tomohiro, Xie Xiaonan, Ikeda Tsukasa	4. 巻 83
2. 論文標題 N-Acylhomoserine lactone-mediated quorum sensing regulates biofilm structure in <i>Methylobacterium populi</i> P-1M, an isolate from a pink-pigmented household biofilm	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 174 ~ 180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2018.1518701	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 Yamane K., Xie X., Kurokura T.	4. 巻 2
2. 論文標題 Effects of S-abscisic acid treatment on fruit color and quality in 'Kyoho' grape	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Acta Horticulturae	6. 最初と最後の頁 239 ~ 246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17660/ActaHortic.2018.1206.33	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 Yoneyama Kaori, Mori Narumi, Sato Tomoyasu, Yoda Akiyoshi, Xie Xiaonan, Okamoto Masanori, Iwanaga Masashi, Ohnishi Toshiyuki, Nishiwaki Hisashi, Asami Tadao, Yokota Takao, Akiyama Kohki, Yoneyama Koichi, Nomura Takahito	4. 巻 218
2. 論文標題 Conversion of carlactone to carlactonoic acid is a conserved function of MAX1 homologs in strigolactone biosynthesis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 New Phytologist	6. 最初と最後の頁 1522 ~ 1533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nph.15055	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

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 謝肖男
2. 発表標題 イオンモビリティ MS による植物ホルモンの超高感度分析
3. 学会等名 日本農芸化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹原千恵、謝肖男
2. 発表標題 コムギが産する根寄植物発芽刺激物質の探索
3. 学会等名 農薬学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 謝肖男・野村崇人・米山弘一
2. 発表標題 イオンモビリティMSによる植物ホルモンの超高感度分析
3. 学会等名 Mass Spectrometry and Proteomics 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 依田彬義、森 愛美、謝 肖男、米山香織、秋山康紀、米山弘一、野村崇人
2. 発表標題 ストリゴラクトン生合成に關与するソルガム LGS1 酵素の機能解析
3. 学会等名 植物化学調節学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 米山香織 <sup>1,2</sup> 、秋山康紀、高島 岬、依田彬義、謝 肖男、米山弘一、野村崇人
2. 発表標題 ストリゴラクトン生合成酵素 LBO の機能解析
3. 学会等名 植物化学調節学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹原千恵、岡本昌憲、米山弘一、謝 肖男
2. 発表標題 マメ科植物種子発芽における種皮、子葉、幼芽、胚軸、幼根のアブシジン酸の定量
3. 学会等名 植物化学調節学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹原千恵、岡本昌憲、米山弘一、謝 肖男
2. 発表標題 マメ科植物種子発芽における種皮、子葉、幼芽、胚軸、幼根のアブシジン酸の定量
3. 学会等名 農薬学会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 米山香織、謝 肖男、米山弘一、野村崇人
2. 発表標題 ストログラクトン生合成のフィードバック制御
3. 学会等名 植物化学調節学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 留河愛梨、謝 肖男、米山弘一、秋山康紀
2. 発表標題 ヒマワリにおける $\beta$ -カラクトンのヘリオラクトンへの変換
3. 学会等名 植物化学調節学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高島 岬、米山香織、謝 肖男、野村崇人、米山弘一、秋山康紀
2. 発表標題 植物における内生ヒドロキシカラクトン酸メチルの同定
3. 学会等名 植物化学調節学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 留河愛梨、謝 肖男、米山弘一、秋山康紀
2. 発表標題 ヒマワリにおける $\beta$ -カラクトンのヘリオラクトンへの変換
3. 学会等名 農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松岡歩実, 謝 肖男, 粟野峻史, 千野 晶, 東 徳洋, 山田 潔
2. 発表標題 食物アレルギー性下痢に対する抑制効果を示すユズ果皮 抽出物成分の解析
3. 学会等名 農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 諸星知広, 伊藤雄大, 小笠原祐斗, 謝 肖男, 染谷信孝
2. 発表標題 日本国内で分離された野菜類病原性 Pseudomonas 属細菌における Quorum Sensing の多様性解析
3. 学会等名 農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 謝 肖男, 崔 宰薫, 河岸洋和, 鈴木智大
2. 発表標題 マコモタケの共生・不稔に関わる遺伝子および化合物の探索
3. 学会等名 農芸化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森 愛美, 謝 肖男, 米山香織, 野村崇人, 米山弘一, 秋山康紀
2. 発表標題 ミヤコグサの 5DS および lotuslactone 生合成における MAX1 下流経路の解析
3. 学会等名 農芸化学会
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----

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			
中国	南京農業大学			
英国	ケンブリッジ大学			
フィンランド	ヘルシンキ大学			