

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H02913

研究課題名(和文) 転写因子を足がかりとするマメ科トリテルペノイドの生理学的意義解明に向けた研究

研究課題名(英文) Identification of transcription factors regulating triterpenoids biosynthesis: towards the elucidation of the biological roles of triterpenoids in legumes

研究代表者

関 光 (Seki, Hikaru)

大阪大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：30392004

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：トリテルペノイドおよびその配糖体であるトリテルペノイドサポニン(以下、まとめてトリテルペノイドと記述)は、多様な生理活性を示す植物二次代謝産物の一グループである。多様なトリテルペノイドを産生するマメ科植物に着目し、その生合成制御機構ならびに生物学的意義の理解を目指して研究を進めた。その結果、ダイズやミヤコグサの二次通気組織に高蓄積する疎水性の高いトリテルペノイドが根への効率的な酸素輸送を保持し適切な根の発達に寄与することが示唆された。また、ミヤコグサおよびダイズから、マメ科植物が共通して産生するソヤサポニンの生合成制御に関わる転写活性化因子の有力な候補としてbHLH型転写因子を同定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、ヒトに対する生理活性については膨大な研究があるものの植物生理学的機能は未だ不明な点が多いトリテルペノイドの生物学的機能の一端を明らかにした。本研究により、ダイズの耐湿性向上という目標に対して、ルペオールやベツリン酸といったトリテルペノイドが品種改良のための重要な要因の一つになることが明らかになった。また、大豆の健康機能性、呈味および加工特性に大きく影響する成分であるソヤサポニン類の生合成を制御する転写制御因子の有力な候補を同定したことは、ソヤサポニンの組成や量を最適化したマメ科植物の栽培条件確立やゲノム編集技術を利用した育種を可能にする上で重要な知見を提供するため社会的意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：Plants produce a vast array of small molecules called secondary metabolites, including triterpenoids and their glycosides (saponins). Biosynthesis of triterpenoids is strictly regulated as it is often limited in the specific organs or tissues, or induced in response to external stimuli. However, biological function of triterpenoids and regulatory mechanisms of their biosynthesis are largely unknown. In this study, we revealed that triterpenoids, lupeol and betulinic acid, accumulated in newly differentiated aerenchymatous phellem of soybean and *Lotus japonicus* contribute to effective internal aeration and root development for adaptation to waterlogging. We also identified several basic helix-loop-helix-type transcription factors from *L. japonicus* and soybean as promising candidates of master regulators of soyasaponin biosynthesis. The identification of the TFs is useful not only for understanding the regulatory mechanisms but also as a tool for metabolic engineering of soyasaponins.

研究分野：Plant biology

キーワード：マメ科植物 トリテルペノイド サポニン 生合成 転写因子 遺伝子発現制御

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

トリテルペノイドとその配糖体であるトリテルペノイドサポニン(以下、これらをまとめてトリテルペノイドと記述する)は多くの生薬の主活性成分を含む植物二次(特化)代謝産物の一グループである。トリテルペノイドが有する様々な生理活性については膨大な数の研究がある一方で、トリテルペノイドの植物生理学的意義に関する知見は驚くほど少ない。また、植物体中で産生されるトリテルペノイドの組成や量は器官や組織さらには cell-type に依存して、また、環境条件によっても大きく変動することが知られている。しかしながら、そのようなトリテルペノイドの作り分けを可能にしている生合成制御機構に関する知見もまだ十分とは言えない。

### 2. 研究の目的

多様なトリテルペノイドを産生するマメ科植物に焦点を絞り、特定のトリテルペノイドの生合成が活性化される生育条件を明らかにするとともに、トリテルペノイドの生合成制御に関わる転写因子の同定とターゲット遺伝子群のゲノムワイド解析を通して、各トリテルペノイドの生合成制御機構ならびに生理学的意義に関する知見を得ることを目的とする。より具体的には、ソヤサポニン(マメ科植物が共通して産生するサポニン)、ベツリン酸およびオレアノール酸(双子葉植物全般が共通して産生するトリテルペノイド)の他、マメ科の薬用植物カンゾウ(甘草)における甘味サポニンであるグリチルリチンの生合成制御機構を明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

モデルマメ科植物であるミヤコグサおよびマメ科重要作物であるダイズ、および生薬基原植物であるカンゾウを研究対象として下記の実験を行う。

#### (1) トリテルペノイド生合成酵素遺伝子の転写を活性化する転写因子の探索

異なる組織や環境条件下におけるトリテルペノイド組成の変化を解析し、特徴的なトリテルペノイド組成を示す材料のトランスクリプトーム解析を行う。また、公開されているトランスクリプトームデータも活用し、トリテルペノイド生合成酵素遺伝子と遺伝子発現パターンが類似する転写制御遺伝子を探索する。

#### (2) 候補転写因子を高発現する形質転換毛状根の作出と生合成酵素遺伝子の発現解析

(1)で見出された候補転写因子遺伝子を過剰発現する形質転換毛状根培養系を作出し、トリテルペノイド生合成酵素遺伝子の発現量を定量 PCR により解析するとともに、GC-MS および LC-MS によりトリテルペノイド組成および量におよぼす効果を解析する。確度の高い候補転写因子が得られた場合は、該転写因子を過剰発現する毛状根の RNA-seq によるトランスクリプトーム解析を行い、制御下にある遺伝子群を網羅的に解析する。

#### (3) 転写因子機能解析

トランジェントコトランスフェクションアッセイにより候補転写因子の機能を解析する。

候補転写因子の高発現プラスミド(エフェクター)と各種トリテルペノイド生合成酵素遺伝子のプロモーター断片とレポーター遺伝子を連結したプラスミド(レポーター)を作成する。エフェクターおよびレポーターコンストラクトをシロイヌナズナプロトプラストにコ・トランスフェクションすることで、候補転写因子がどの生合成酵素遺伝子のプロモーターからの転写を活性

化しうるかを解析する。転写活性化能が確認された転写因子についてトランスポゾン挿入変異体の解析等を行い *in planta* での機能を明らかにする。

#### 4. 研究成果

##### (1) ミヤコグサのベツリン酸生合成制御転写因子の探索と機能解析

水耕栽培したミヤコグサに発達する二次通気組織においてトリテルペノイドの一種であるベツリン酸の生合成が顕著に活性化されることを見出した。水耕栽培根と土壌栽培根の比較トランスクリプトーム並びに、レーザーマイクロダイセクションにより単離した二次通気組織のトランスクリプトーム解析結果から、ベツリン酸生合成酵素遺伝子の発現を正に制御する転写因子の候補として 2 種の bHLH 型転写因子(LjbHLH32 および LjbHLH50)を見いだした。これらの転写因子を過剰発現する形質転換ミヤコグサ毛状根を作出したところ、ベツリン酸生合成に関わる酵素遺伝子の発現レベルが顕著に上昇するとともにベツリン酸含量が有意に増高することから、LjbHLH32 および LjbHLH50 はベツリン酸生合成の活性化因子であることが示唆された<sup>1)</sup>。

##### (2) ダイズのルペオール合成酵素変異体の解析 (名古屋大学との共同研究)

土壌中の水分が過剰な条件で栽培したダイズに発達する二次通気組織にはルペオールとその派生物であるベツリン酸が高蓄積する。これらトリテルペノイドの機能を明らかにするために、ルペオール合成酵素の変異体を用いて解析を行った。変異体では、1)二次通気組織においてルペオールやベツリン酸の蓄積は観察されないこと、2)根への酸素輸送能を評価したところ、変異体では根への酸素輸送能が著しく低下していること、3)変異体は土が水浸しになった状態では根を深くはることができず、水面付近に根をはらせるようになることが明らかとなった。ルペオールやベツリン酸は疎水性の化合物であることから、水没した環境下で二次通気組織に組織撥水性を付与し、根への効率的な酸素輸送を保持することで、適切な根の発達に寄与していることが示唆された<sup>2)</sup>。

##### (3) ミヤコグサのソヤサポニン生合成制御転写因子の探索と機能解析

研究代表者がマメ科の薬用植物甘草から先に同定したソヤサポニン生合成活性化因子(GubHLH3)<sup>3)</sup>のホモログをモデルマメ科植物であるミヤコグサから 2 種単離し、シロイヌナズナプロトプラストを用いたトランジェントコトランスフェクションアッセイを行った。その結果、2 種のうちの 1 種がソヤサポニンの生合成に関わる酵素 (CYP93E1 および CYP72A61 など) 遺伝子のプロモーターからの転写を 30 倍から 500 倍程度にまで活性化することが判明した。一方で、ソヤサポニンとは拮抗する代謝経路で合成されるベツリン酸の合成に関わる酵素 (ルペオール合成酵素および CYP716A51) 遺伝子のプロモーターに対してはそのような顕著な転写活性化能を示さなかった。そこで、本転写因子を過剰発現する形質転換毛状根の作出、ならびに、本転写因子遺伝子の *LORE1* トランスポゾン挿入ホモ変異体のスクリーニングを行なった。これらの材料における遺伝子発現およびトリテルペノイド組成の解析を行なっている。

##### (4) ダイズのソヤサポニン生合成制御転写因子の探索と機能解析

ダイズからも GubHLH3 ホモログを 2 種単離し解析を進めた。それぞれを過剰発現する形質転換毛状根を作出しソヤサポニン生合成酵素(アミリン合成酵素、CYP93E1、CYP72A61、CYP72A69) 遺伝子の発現におよぼす効果を定量 RT-PCR により解析したところ、いずれの酵素遺伝子も発現量が顕著に増高することが判明した。また、ソヤサポニン含量も有意に増加することを確認した。

そこで現在、本過剰発現毛状根の RNA-seq データを取得し解析している。これにより、上記以外のソヤサポニン生合成酵素(糖転移酵素など)の発現におよぼす効果や未知のサポニン輸送体遺伝子候補などが明らかになる可能性がある。

#### (5) カンゾウ培養ストロンにおけるグリチルリチン生合成酵素遺伝子の発現におよぼすエピジェネティック酵素阻害剤の効果

研究代表者らは、液体培地中でカンゾウのストロン(地下茎)を培養する「ストロン培養系」を確立している。培養ストロンに含まれるトリテルペノイドを分析した結果、培養ストロンではオレアノール酸、ベツリン酸が特異的に蓄積しており、逆に甘味サポニンであるグリチルリチンは土壤栽培根の 1/1,000 程度しか含まないこと、グリチルリチン生合成の鍵酵素である CYP88D6 の遺伝子の発現が極端に抑制されていることを明らかにしている<sup>4)</sup>。そこで、液体培養ストロンにおける CYP88D6 の発現抑制機構の一つの可能性としてエピジェネティック制御に着目した。ストロン培養系にエピジェネティック阻害剤の DNA メチル化酵素阻害剤ならびにヒストン脱アセチル化酵素阻害剤を添加した時の CYP88D6 の発現におよぼす効果を解析した。その結果、DNA メチル基転移酵素阻害剤処理によって CYP88D6 の発現量が増加する傾向が見られた。そのため、グリチルリチン生合成が活発な土壤栽培根と液体培養ストロンの EM-Seq による比較メチローム解析を実施中である。

#### <引用文献>

1) Suzuki H, Takahashi H, Fukushima EO, Nakazono M, Muranaka T, Seki H: Identification of basic helix-loop-helix transcription factors that activate betulinic acid biosynthesis by RNA-sequencing of hydroponically cultured *Lotus japonicus*. Preprint from bioRxiv, 17 Nov 2022, DOI: 10.1101/2022.11.16.516519  
PPR: PPR572402

2) Takahashi H, Abo C, Suzuki H, Romsuk J, Oi T, Yanagawa A, Gorai T, Tomisaki Y, Jitsui M, Shimamura S, Mori H, Kaga A, Ishimoto M, Seki H, Muranaka T, Nakazono M: Triterpenoids in aerenchymatous phellem contribute to internal root aeration and waterlogging adaptability in soybean. Preprint from Research Square, 08 Nov 2022, DOI: [10.21203/rs.3.rs-2230730/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2230730/v1)  
PPR: PPR568134

3) Tamura K, Yoshida K, Hiraoka Y, Sakaguchi D, Chikugo A, Mochida K, Kojoma M, Mitsuda N, Saito K, Muranaka T, Seki H: The basic helix-loop-helix transcription factor GubHLH3 positively regulates soyasaponin biosynthetic genes in *Glycyrrhiza uralensis*. *Plant Cell Physiol.* 59(4): 783-796 (2018). doi: 10.1093/pcp/pcy046

4) Tamura K, Seki H, Suzuki H, Kojoma M, Saito K, Muranaka T: CYP716A179 functions as a triterpene C-28 oxidase in tissue-cultured stolons of *Glycyrrhiza uralensis*. *Plant Cell Rep.* 36(3): 437-445 (2017). doi: 10.1007/s00299-016-2092-x

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Takahashi Hirokazu, Abo Chisato, Suzuki Hayato, Romsuk Jutapat, Oi Takao, Yanagawa Asako, Gorai Tomoka, Tomisaki Yukari, Jitsui Mana, Shimamura Satoshi, Mori Hitoshi, Kaga Akito, Ishimoto Masao, Seki Hikaru, Muranaka Toshiya, Nakazono Mikio	4. 巻 PPR568134
2. 論文標題 Triterpenoids in aerenchymatous phellem contribute to internal root aeration and waterlogging adaptability in soybean	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Research Square	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) 10.21203/rs.3.rs-2230730/v1	査読の有無 無
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 Suzuki Hayato, Takahashi Hirokazu, Fukushima Ery Odette, Nakazono Mikio, Muranaka Toshiya, Seki Hikaru	4. 巻 PPR572402
2. 論文標題 Identification of basic helix-loop-helix transcription factors that activate betulinic acid biosynthesis by RNA-sequencing of hydroponically cultured <i>Lotus japonicus</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 bioRxiv	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) 10.1101/2022.11.16.516519	査読の有無 無
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 Rai Amit, Hirakawa Hideki, Rai Megha, Shimizu Yohei, Shirasawa Kenta, Kikuchi Shinji, Seki Hikaru, Yamazaki Mami, Toyoda Atsushi, Isobe Sachiko, Muranaka Toshiya, Saito Kazuki	4. 巻 29
2. 論文標題 Chromosome-scale genome assembly of <i>Glycyrrhiza uralensis</i> revealed metabolic gene cluster centred specialized metabolites biosynthesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 DNA Research	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/dnares/dsac043	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 Romsuk Jutapat, Yasumoto Shuhei, Seki Hikaru, Fukushima Ery Odette, Muranaka Toshiya	4. 巻 10
2. 論文標題 Identification of key amino acid residues toward improving the catalytic activity and substrate specificity of plant-derived cytochrome P450 monooxygenases CYP716A subfamily enzyme for triterpenoid production in <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Bioengineering and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 955650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fbioe.2022.955650	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 Romsuk Jutapat, Yasumoto Shuhei, Fukushima Ery Odette, Miura Kenji, Muranaka Toshiya, Seki Hikaru	4. 巻 13
2. 論文標題 High-yield bioactive triterpenoid production by heterologous expression in <i>Nicotiana benthamiana</i> using the Tsukuba system	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 991909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.991909	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 關 光, Soo Yeon CHUNG, 村中俊哉	4. 巻 57
2. 論文標題 植物トリテルペノイドの酵母生産: 実例および展望	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 植物の生長調節	6. 最初と最後の頁 77 ~ 83
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 Soo Yeon CHUNG, 關 光, 村中俊哉	4. 巻 88
2. 論文標題 酵母を用いたグリチルリチンの生産とメタボロン形成の可能性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 酵素工学ニュース	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 Kawasaki Ayumi, Chikugo Ayaka, Tamura Keita, Seki Hikaru, Muranaka Toshiya	4. 巻 38
2. 論文標題 Characterization of UDP-glucose dehydrogenase isoforms in the medicinal legume <i>Glycyrrhiza uralensis</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Biotechnology	6. 最初と最後の頁 205 ~ 218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.21.0222a	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 Istiandari Pramesti, Yasumoto Shuhei, Srisawat Pisane, Tamura Keita, Chikugo Ayaka, Suzuki Hideyuki, Seki Hikaru, Fukushima Ery Odette, Muranaka Toshiya	4. 巻 12
2. 論文標題 Comparative Analysis of NADPH-Cytochrome P450 Reductases From Legumes for Heterologous Production of Triterpenoids in Transgenic <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 762546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2021.762546	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 關 光、鈴木 隼人	4. 巻 99
2. 論文標題 植物イソプレノイド生合成研究と生物工学	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生物工学会誌	6. 最初と最後の頁 246 ~ 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34565/seibutsukogaku.99.5_246	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 關 光、Soo Yeon Chung、村中 俊哉	4. 巻 57
2. 論文標題 グリチルリチン生合成機構の解明と組換え酵母での生産	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ファルマシア	6. 最初と最後の頁 710 ~ 714
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14894/faruawpsj.57.8_710	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 Fanani Much Z, Sawai Satoru, Seki Hikaru, Ishimori Masato, Ohyama Kiyoshi, Fukushima Ery O, Sudo Hiroshi, Saito Kazuki, Muranaka Toshiya	4. 巻 in press
2. 論文標題 Allylic Hydroxylation Activity Is a Source of Saponin Chemodiversity in the Genus <i>Glycyrrhiza</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcaa173	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 Hayato, Seki Hikaru, Muranaka Toshiya	4. 巻 21
2. 論文標題 Insights into the diversification of subclade IVa bHLH transcription factors in Fabaceae	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Plant Biology	6. 最初と最後の頁 109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12870-021-02887-w	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 Chung Soo Yeon, Seki Hikaru, Fujisawa Yukiko, Shimoda Yoshikazu, Hiraga Susumu, Nomura Yuhta, Saito Kazuki, Ishimoto Masao, Muranaka Toshiya	4. 巻 11
2. 論文標題 A cellulose synthase-derived enzyme catalyses 3-O-glucuronosylation in saponin biosynthesis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5664
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-19399-0	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 Srisawat Pisane, Yasumoto Shuhei, Fukushima Ery O., Robertlee Jekson, Seki Hikaru, Muranaka Toshiya	4. 巻 117
2. 論文標題 Production of the bioactive plant derived triterpenoid morolic acid in engineered <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biotechnology and Bioengineering	6. 最初と最後の頁 2198 ~ 2208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/bit.27357	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19件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 藤原健太郎、高上馬希重、村中俊哉、關 光
2. 発表標題 カンゾウ培養ストロンにおけるグリチルリチン生合成遺伝子の発現におよぼすDNAメチル化酵素阻害剤の効果
3. 学会等名 2022年度 (第11回) 近畿植物学会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 チョンスヨン、和氣駿之、中山 亨、村中俊哉、關 光
2. 発表標題 トリテルペノイドサポニン生合成におけるセルロース合成酵素類似タンパク質の機能解析
3. 学会等名 2022年度（第11回）近畿植物学会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 關 光
2. 発表標題 植物甘味成分の酵母生産
3. 学会等名 第74 回日本生物工学会大会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 關 光
2. 発表標題 植物の有用成分を酵母でつくる
3. 学会等名 市民公開シンポジウム：食と農の技術革新がSDGsへ貢献する！（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Romsuk J, Yasumoto S, Fukushima E0, Miura K, Muranaka T, Seki H
2. 発表標題 Nicotiana benthamiana as a production platform for bioactive triterpenoid maslinic acid
3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤原健太郎、高上馬希重、村中俊哉、關 光
2. 発表標題 エビジェネティック酵素阻害剤がカンゾウ培養ストロンにおけるグリチルリチン生合成遺伝子の発現におよぼす効果
3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阪西真実、藤原健太郎、高上馬希重、村中俊哉、關 光
2. 発表標題 ゲノム編集による薬用植物甘草セルロース合成酵素類似タンパク質のサポニン生合成における機能の同定
3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 チونسヨン、和氣駿之、中山 亨、村中俊哉、關 光
2. 発表標題 トリテルペノイドサポニン生合成酵素群のタンパク質間相互作用の解析
3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 關 光
2. 発表標題 植物サポニン生合成に関わる新たな糖転移酵素の発見と組換え酵母でのサポニン生産
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Istiandari P, Yasumoto S, Fukushima EO, Seki H, Muranaka T
2. 発表標題 Comparative analysis of plant NADPH-cytochrome P450 reductase classes of Lotus japonicus towards triterpenoids biosynthesis
3. 学会等名 第63回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Romsuk J, Yasumoto S, Seki H, Fukushima EO, Miura K, Muranaka T
2. 発表標題 The Identification of CYP716A12 mutants which have a high potential for oleanolic acid production through heterologous expression in Nicotiana benthamiana
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安保知里、鈴木隼人、大井崇生、柳川麻子、牛来智香、富崎由佳理、關 光、村中俊哉、加賀秋人、中園幹生、高橋宏和
2. 発表標題 ダイズの二次通気組織におけるトリテルペノイドの欠乏が及ぼす形態・生理機能への影響
3. 学会等名 日本育種学会第140回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 世戸口貴宏、鈴木隼人、光田展隆、村中俊哉、關 光
2. 発表標題 ミヤコグサにおいてソヤサポニン生合成を活性化する転写制御因子の探索
3. 学会等名 第38回日本バイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chung SY, Seki H, Fujisawa Y, Shimoda Y, Hiraga S, Nomura Y, Saito K, Ishimoto M, Muranaka T
2. 発表標題 Functional analysis of cellulose synthase-derived glycosyltransferase involved in triterpenoid saponin biosynthesis
3. 学会等名 第38回日本バイオテクノロジー学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Istiandari P, Yasumoto S, Fukushima EO, Seki H, Muranaka T
2. 発表標題 Comparative analysis of plant NADPH-cytochrome P450 reductase of legumes towards triterpenoids biosynthesis
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 Romsuk J, Yasumoto S, Seki H, Fukushima EO, Muranaka T
2. 発表標題 Identification of key amino acid residues for catalytic activity and substrate specificity of CYP716A subfamily in site-specific oxidation of triterpenoid
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 チョンスヨン、關 光、藤澤由紀子、下田宜司、平賀勸、野村勇太、斉藤和季、石本政男、村中俊哉
2. 発表標題 トリテルペノイドサポニン生合成におけるセルロースシンターゼライクの機能解析
3. 学会等名 第30回イソプレノイド研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木隼人、高橋宏和、福島エリオデット、關 光、中園幹生、村中俊哉
2. 発表標題 ミヤコグサのベツリン酸生成を制御するbHLH型転写因子の同定
3. 学会等名 第30回イソプレノイド研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安保知里、牛来智香、柳川麻子、鈴木隼人、富崎由佳理、關 光、加賀秋人、村中俊哉、中園幹生、高橋宏和
2. 発表標題 ダイズにおけるルペオール合成酵素の機能解析
3. 学会等名 第138回日本育種学会年会
4. 発表年 2020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	光田 展隆  (MITSUDA Nobutaka)  (80450667)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・研究 グループ長   (82626)	

	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 協力者	鈴木 隼人  (SUZUKI Hayato)  (70967976)		
研究 協力者	ロムスック ジュタパット  (Romsuk Jutapat)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	世戸口 貴宏  (SETOGUCHI Takahiro)  (90915216)		
研究協力者	北村 実紗子  (KITAMURA Misako)		
研究協力者	藤原 健太郎  (FUJIWARA Kentaro)		
研究協力者	関 悠汰  (SEKI Yuta)		
研究協力者	森田 遥絵  (MORITA Haruka)		

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		
エクアドル	Universidad Regional Amazonica IKIAM		