様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科研費 KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　４ 年　６ 月　１ 日現在

機関番号：１４４０１
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2019～2021
課題番号：１９Ｈ０２９２１

研究課題名（和文）植物トリテルペノイド生合成における糖転移酵素の機能解明と分子デザイン

研究課題名（英文）Functional analysis and molecular design of glycosyltransferases in the biosynthesis of plant triterpenoids

研究代表者
村中　俊哉（MURANAKA, TOSHIYA）

大阪大学・工学研究科・教授

研究者番号：６０３４２８６２

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　13,300,000円

研究成果の概要（和文）：炭素数30を基盤骨格とするトリテルペノイドは、糖転移酵素により部位特異的な修飾を受け、多様な生物活性を有するトリテルペノイドサポニンとして生合成される。本研究において、セルロース合成酵素に類似した酵素群の一つが、オレナン型トリテルペノイドのC-3位にUDP-グルクロン酸を転移する酵素であることを初めて明らかにし、CSyGTと命名した。さらに、CSyGTは、小胞体に局在していること、出芽酵母で、グリチルリチン生合成に関わる計7種の植物由来遺伝子を導入することにより、グリチルリチンまでの生合成系が再構築できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義
これまでトリテルペノイドにUDP糖を転移する酵素は、UDP糖依存型糖転移酵素（UDG）に分類される酵素群であると信じられてきたが、発想を転換し、遺伝子共発現解析と、より広義な糖転移酵素群に検索枠を広げた結果、これまで予想もつかなかった、CSyGTがオレナン型トリテルペノイドアグリコンのC-3位にグルクロン酸を転移する酵素であるという、画期的な成果を得ることができた学術的意義は大きい。また、本酵素遺伝子を用いてゲノム編集技術を駆使することにより、酵母のみならず植物細胞・組織によるバイオプロダクションの道筋を示すことができ社会的意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：Triterpenoids, which have a 30-carbon skeleton, are biosynthesized as triterpenoid saponins with diverse biological activities, undergoing site-specific modification by glycosyltransferases. In this study, one of a group of enzymes similar to cellulose synthases was first identified as an enzyme that transfers UDP-glucuronic acid to the C-3 position of oleanane-type triterpenoids, and was named CSyGT. Furthermore, CSyGT is localized in the endoplasmic reticulum, and by introducing a total of seven plant-derived genes involved in glycyrrhizin biosynthesis in budding yeast, a biosynthetic system up to glycyrrhizin could be reconstructed.

研究分野：植物代謝工学

キーワード：合成生物学　ゲノム編集　代謝工学　バイオプロダクション　糖転移酵素　植物特化代謝物　代謝デザイン　植物バイオテクノロジー

※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。

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

みずから動くことできない植物は、一次代謝経路から派生するさまざまな二次代謝産物（最近は、特化代謝物 (specialized metabolites)という呼び名が提唱されている）を産生・蓄積し、さまざまな生物学的ストレス、非生物学的ストレスに対応して環境適応している。このうち、炭素数 30 を基本骨格とするトリテルペノイドは、植物の地下部や種子で生合成されることが多く、一般に配糖体であるトリテルペノイドサポニンとして植物に蓄積される。これらのサポニンは多様な生物活性を持っていることから、各分子種の植物生理学的意義の解明はもちろんのこと、医薬、機能性食品等、応用面からの興味が持たれている。薬用植物カンゾウは、トリテルペノイドサポニンとして砂糖の数百倍の甘味を呈するとともに肝臓賦活化作用を有するグリチルリチンを主として地下部組織に、また、ダイズは、苦味成分である Group A サポニンに加え、高血圧抑制、がん細胞抑制抑制作用などの生理活性を有する DDMP サポニンを種子に蓄積する。

トリテルペノイドサポニンは、直鎖の 2,3-オキシドスクアレンを出発物質として、種々のオキシドスクアレン環化酵素(OSC)により環状の基本骨格が形成されたのち、P450 モノオキシゲナーゼ(P450)などの酸化酵素による部位特異的酸化修飾、さらには、ウリジン二リン酸(UDP)-糖を転移する酵素である UDP-糖転移酵素(UGT)により部位特異的な配糖化を受けて生合成されると考えられている（図 1)。

トリテルペノイドは一般に、C3 位が配糖化される。これらの糖のうちグルコース、ガラクトース、フラクトースなどは UDP-糖が UGT により転移することが多くの報告で明らかとなっている（Seki et al. ***PCP*** 2015)。ところが、トリテルペノイドの C3 位へのグルクロン酸転移は、グリチルリチンやソヤサポニンなど有用サポニン産生に関わる重要な反応であるのに関わらず、その酵素遺伝子の本質は不明である。植物フラボノイド生合成において、グルクロン酸は UDP-グルクロン酸として UGT により付加される。また動物では体内に取り込まれた多くの化合物がグルクロン酸抱合を受けるが、この場合のグルクロン酸も UDP-グルクロン酸として UGT により付加される。したがって植物トリテルペノイドの C3 位にグルクロン酸を付加するのも当然 UGT であるとして研究が進められてきたが、未だグルクロン酸を転移する酵素遺伝子は単離できていなかった。

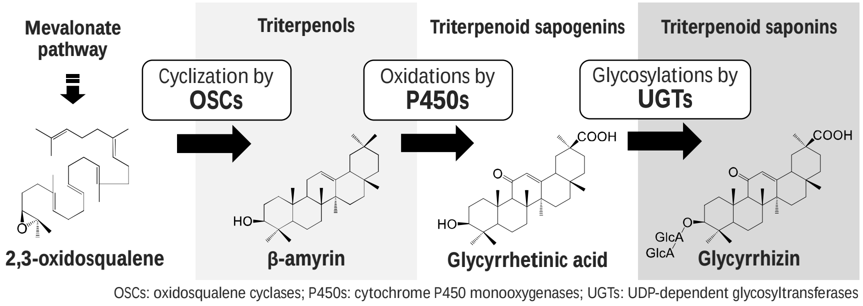

図 1. グリチルリチンを例にしたトリテルペノイドサポニンの生合成経路（研究開始時の推定）

２．研究の目的

本研究では、植物トリテルペノイド生合成における糖転移酵素の機能解明と分子デザインを行う。具体的には、トリテルペノイドを糖アクセプターとして、グルクロン酸転移に関わる糖転移酵素の機能を明らかにするとともに、分子デザインにより、糖ドナーとしてグルクロン酸特異性が高い糖転移酵素を作出することを目的とする。

具体的には次の 2 つのアプローチを行う。

第一のアプローチでは、UDP-糖転移酵素(UGT)によりUDP-グルクロン酸転移が起こるかどうか検証する。

上記 1.に記載の通り、関連分野の研究者の研究により、植物トリテルペノイドの酸化酵素、糖転移酵素の機能解明が鋭意進められてきた。それにもかかわらず、トリテルペノイドの C3 位にグルクロン酸を転移する酵素遺伝子は発見されていなかった。ところが 2016 年に中国のグループがトリテルペノイドとして、グリチルレチン酸に二段階でグルクロン酸を転移する UGT である GuUGAT を発表した(Xu et al. ***New Phytol*** 2016)。この GuUGAT は、研究代表者がすでに研究段階の初期にスクリーニングした結果、グルクロン酸転移活性が全く見られなかったものである。また、テルペノイド研究における国際コミュニティグループである TERPNET において、いずれの研究者も GuUGAT のグルクロン酸転移実験を再現できていない（私信）。一方、研究代表者らは、UGT73F サブファミリに属する UGT の一種である UGT73F15 が、糖ドナーとして UDP-グルコースをメインとするが、UDP-グルクロン酸転移活性もわずかにあることを予備的に見出している（図 2）。そこで UGT73F15 をタンパク工学的に改変した分子をデザインし、糖アクセプターとしてグルクロン酸転移活性が高い分子を取得できるかどうかを検証する。

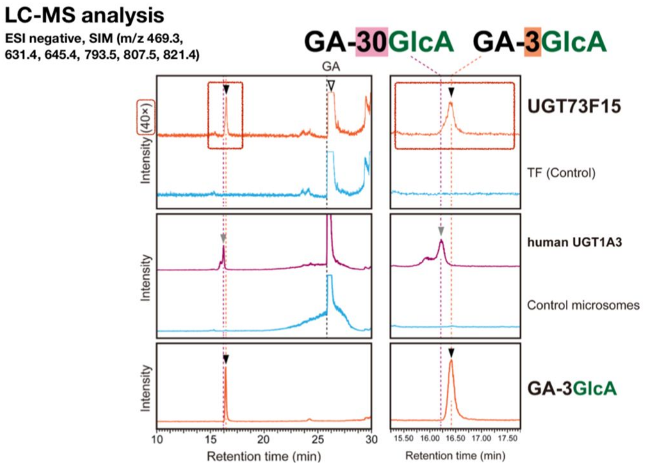

図 2. UGT73F15 はグリチルレチン酸(GA)にグルクロン酸(GlcA)を転移する弱い活性を有する（右上カラム▼）

次に、第二のアプローチとして、UGT とは異なる糖転移酵素によりグルクロン酸転移が起こるかどうか検証する。

予備的な研究の結果、グリチルリチン生合成に関わる生合成酵素遺伝子群と共発現する、UGT とは異なる Cellulose synthase-likes (Csls)に分類される糖転移酵素遺伝子が存在することを見出した。一方、研究分担者らは、研究代表者らとは独立に、ダイズソヤサポニンにおいても、やはり、研究代表者が見出したのと同様 Csls に分類される糖転移酵素が存在することを見出している。さらにダイズおいて本糖転移酵素の欠失変異体ではサポニン組成が野生型と比べ変化している予備的な結果を得ている。二種の植物種における独立な研究により候補遺伝子として挙がったことは、検証するに十分値すると考えた。

３．研究の方法

トリテルペノイドとして、グリチルレチン酸に二段階でグルクロン酸を転移する GuUGAT が報告された(Xu et al. 2016)。これは、研究代表者が初期スクリーニングでグルクロン酸転移活性が全く見られなかったものであるが、研究代表者が用いた配列は Xu らが報告した配列とアミノ酸が一部異なっていた。そこで、GuUGAT と同一アミノ酸配列のものを人工合成し、大腸菌発現系により UDP-グルクロン酸を糖ドナーとして機能しうるかどうかを検証する。合わせて、研究分担者が単離した GuUGAT と相同性の高い 3 種のダイズの酵素遺伝子についても、ソヤサポゲノール B、および、グリルレチン酸を基質としうるか検証する。

（以下、知財に触れる内容を含むため、3.研究の方法の内容の一部は現時点で公表を差し控える）

４．研究成果

トリテルペノイドとして、グリチルレチン酸に二段階でグルクロン酸を転移する GuUGAT が 2016 年に Xu らにより報告された。これは、研究代表者らの初期スクリーニングでグルクロン酸転移活性が全く見られなかったものであったが、アミノ酸配列が一部異なっていた。そのためこの酵素遺伝子を人工合成するとともに、研究分担者がダイズから単離した GuUGAT ホモログについても、大腸菌発現系で検討した。その結果、いずれの酵素も、ソヤサポゲノール B、グリルレチン酸などのオレナン型トリテルペノイドアグリコンを基質としなかった。

一方、マメ科植物である、ウラルカンゾウ、ダイズ、タルウマゴヤシの遺伝子共発現解析の結果、機能未知の、セルロース合成酵素に類似した酵素群(Csl)が、オレナン型トリテルペノイドの糖転移に関わることが示唆された。そこで、酵母を用いた特性評価を行った結果、Csl が、オレナン型トリテルペノイドアグリコンの C-3 位に UDP-グルクロン酸を転移する酵素であることを見出した。これまでトリテルペノイドに UDP 糖を転移する酵素は、UDP 糖依存型糖転移酵素（UDG）に分類される酵素群であると信じられてきたが、新規の糖転移酵素(Csl)が、UDP-グルクロン酸転移活性を有することが初めて明らかとなった。

さらに、これまでに、単離されたグリチルレチン酸モノグルクロニドに UDP-グルクロン酸を転移する酵素であるカンゾウ由来 UGT73P12 と、ダイズ、アズキ由来の 4 種の類似 UGT 酵素について、UDP-グルクロン酸転移活性の有無について酵母発現系を用いて調べた。その結果、UGT のグルクロン酸転移酵素活性が、収束進化を経て互いに独立して出現したことが見出された。

さらに、Csl の糖ドナーならびに糖アクセプターについての特性を in vitro 系を用いて詳細に検討した。UGD と Csl のみを発現する酵母の液体培養系にさまざまな基質を添加した結果、Csl のグルクロン酸転移活性は β-アミリンを基本骨格とするオレアナン型トリテルペノイドに特異的であることがわかった。系統樹解析の結果、Csl は 10 種の異なるファミリーに分類された。そのうち、グルクロン酸転移活性が認められた酵素はいずれも CslM ファミリーに属しており、さらに、ダイズでは 4 種の CslM サブファミリーメンバーを有することから、これらについても酵素活性試験を行った。その結果、先に同定したグルクロン酸転移酵素と高い相同性を示す２種は同様の糖転移活性を有するのに対して、相同性が比較的低かった残りの 2 種に関してはグルクロン酸転移活性が見られなかった。以上より、活性が見られた Csl 酵素は既存の CslM サブファミリーから機能的に分化した新しい酵素であると考え、CSyGT（Cellulose synthase derived glycosyltransferase）と命名した。さらに、CSyGT は、小胞体に局在していること、出芽酵母で、グリチルリチン生合成に関わる計 7 種の植物由来遺伝子を導入することにより、グリチルリチンまでの生合成系が再構築できることを見出した。

（以下、知財に触れる内容を含むため、4.研究成果の内容の一部は現時点で公表を差し控える）

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計15件（うち査読付論文　14件／うち国際共著　6件／うちオープンアクセス　8件）

１．著者名 Istiandari Pramesti、Yasumoto Shuhei、Srisawat Pisanee、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 Saccharomyces cerevisiae	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Frontiers in Plant Science	６．最初と最後の頁 752646
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 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 村中俊哉、關光	４．巻 76
２．論文標題 植物の有用成分を酵母でつくるー有機合成が難しい天然物をいかにして持続的に生産するか	５．発行年 2021年
３．雑誌名 化学	６．最初と最後の頁 66
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 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 Soo Yeon Chung、關 光、村中 俊哉	４．巻 79
２．論文標題 酵母を用いた植物由来の甘味成分グリチルリチンの生産	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	６．最初と最後の頁 205-209
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 Fanani Much Z、Sawai Satoru、Seki Hikaru、Ishimori Masato、Ohyama Kiyoshi、Fukushima Ery O、Sudo Hiroshi、Saito Kazuki、Muranaka Toshiya	４．巻 2
２．論文標題 Allylic Hydroxylation Activity is a Source of Saponin Chemodiversity in the Genus Glycyrrhiza	５．発行年 2021年
３．雑誌名 Plant and Cell Physiology	６．最初と最後の頁 262-271
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 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 art. no. 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 Pisanee、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 Saccharomyces cerevisiae	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 -

1．著者名 石本政男、塚本知玄	4．巻 4
2．論文標題 ダイズサポニンの生合成と機能（特集 ダイズ成分の機能と育種）	5．発行年 2020年
3．雑誌名 アグリバイオ	6．最初と最後の頁 1049-1053
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 Srisawat Pisanee、Fukushima Ery Odette、Yasumoto Shuhei、Robertlee Jekson、Suzuki Hideyuki、Seki Hikaru、Muranaka Toshiya	4．巻 224
2．論文標題 Identification of oxidosqualene cyclases from the medicinal legume tree Bauhinia forficata: a step toward discovering preponderant α‐amyrin‐producing activity	5．発行年 2019年
3．雑誌名 New Phytologist	6．最初と最後の頁 352～366
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nph.16013	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 Nomura Yuhta、Seki Hikaru、Suzuki Tomonori、Ohyama Kiyoshi、Mizutani Masaharu、Kaku Tomomi、Tamura Keita、Ono Eiichiro、Horikawa Manabu、Sudo Hiroshi、Hayashi Hiroaki、Saito Kazuki、Muranaka Toshiya	4．巻 99
2．論文標題 Functional specialization of UDP‐glycosyltransferase 73P12 in licorice to produce a sweet triterpenoid saponin, glycyrrhizin	5．発行年 2019年
3．雑誌名 The Plant Journal	6．最初と最後の頁 1127～1143
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/tpj.14409	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 Suzuki Hayato、Fukushima Ery Odette、Shimizu Yuko、Seki Hikaru、Fujisawa Yukiko、Ishimoto Masao、Osakabe Keishi、Osakabe Yuriko、Muranaka Toshiya	4．巻 60
2．論文標題 Lotus japonicus Triterpenoid Profile and Characterization of the CYP716A51 and LjCYP93E1 Genes Involved in Their Biosynthesis In Planta	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Plant and Cell Physiology	6．最初と最後の頁 2496-2509
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/pcp/pcz145	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 Fanani Much Zaenal、Fukushima Ery Odette、Sawai Satoru、Tang Jianwei、Ishimori Masato、Sudo Hiroshi、Ohyama Kiyoshi、Seki Hikaru、Saito Kazuki、Muranaka Toshiya	4．巻 10
2．論文標題 Molecular Basis of C-30 Product Regioselectivity of Legume Oxidases Involved in High-Value Triterpenoid Biosynthesis	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Frontiers in Plant Science	6．最初と最後の頁 1520
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fpls.2019.01520	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 Vo Nhu Ngoc Quynh、Nomura Yuhta、Muranaka Toshiya、Fukushima Ery Odette	4．巻 82
2．論文標題 Structure?Activity Relationships of Pentacyclic Triterpenoids as Inhibitors of Cyclooxygenase and Lipoxygenase Enzymes	5．発行年 2019年
3．雑誌名 Journal of Natural Products	6．最初と最後の頁 3311～3320
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.jnatprod.9b00538	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23件（うち招待講演　10件／うち国際学会　6件）

1．発表者名 村中俊哉、關光
2．発表標題 甘草はどのようにして甘いサポニンの生産能を獲得したのか？
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 Muranaka T
２．発表標題 Redesign of triterpenoid biosynthetic pathway in plants by genome editing
３．学会等名 2020 International Conference of the Korean Society of Plant Biologists（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 Muranaka T
２．発表標題 Plant Genome Engineering to Minimize Anti-Nutritional Metabolites
３．学会等名 Institute of Food Technologists（招待講演）（国際学会）
４．発表年 2020年

１．発表者名 鈴木隼人、關光、村中俊哉
２．発表標題 マメ科におけるサブクレードIVa bHLH転写因子の多様化への洞察
３．学会等名 第84回日本植物学会年会
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、中園幹夫、村中俊哉
２．発表標題 ミヤコグサのベツリン酸生合成を制御する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、加賀秋人、鈴木隼人、關光、村中俊哉、中園幹夫、高橋宏和

２．発表標題
トリテルペノイドのダイズ二次通気組織における生理機能の解明

３．学会等名
第27回育種学会中部地区談話会

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、中園幹夫、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回日本育種学会秋季大会

４．発表年
2020年

１．発表者名
Soo Yeon Chung，關光、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
Soo Yeon Chung，Hikaru Seki，Toshiya Muranaka

２．発表標題
A cellulose synthase-derived enzyme catalyses 3-O-glucuronosylation in saponin biosynthesis

３．学会等名
日本植物生理学会大阪大会サテライトシンポジウム（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
石本政男，藤澤由紀子，Soo Yeon Chung，關 光，下田 宜司，平賀 勧，野村勇太，斉藤和季，村中俊哉

２．発表標題
共発現解析によるサポニンの生合成に関わる新規配糖化酵素の発見

３．学会等名
日本育種学会第139会講演会

４．発表年
2021年

１．発表者名
村中俊哉

２．発表標題
植物テルペノイド生合成の代謝エンジニアリング-生薬原料を酵母で創る、作物で創る

３．学会等名
日本生薬学会北海道支部第43回例会（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
村中俊哉

２．発表標題
植物テルペノイド生合成の代謝エンジニアリング-生薬原料を酵母で創る、作物で創る

３．学会等名
日本試薬協会西部地区講演会（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Toshiya Muranaka

２．発表標題
Genome editing to improve plant specialized metabolite pathway

３．学会等名
Joint Symposium on Plant Science and Products 2019 (ITB, Indonesia)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Toshiya Muranaka

２．発表標題
Genome editing to improve plant specialized metabolite pathway

３．学会等名
World Class Professor, International Seminar (ITB, Indonesia)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
村中俊哉

２．発表標題
植物テルペノイド代謝多様性の分子基盤と代謝工学

３．学会等名
日本植物細胞分子生物学会年会（京都大会）（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
鈴木隼人、福島エリオデット、關光、村中俊哉

２．発表標題
ミヤコグサのウルサン型トリテルペノイド生合成遺伝子の同定

３．学会等名
日本植物細胞分子生物学会年会（京都大会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Jutapat Romsuk, Ery Odette Fukushima, Shuhei Yasumoto, Hikaru Seki, Toshiya Muranaka

２．発表標題
Bioinformatics platform and in vivo functional analysis to reveal the key amino acid of CYP716 family in triterpenoid biosynthesis

３．学会等名
日本植物細胞分子生物学会年会（京都大会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Pramesti Istiandari, Ery Odette Fukushima, Shuhei Yasumoto, Hikaru Seki, Toshiya Muranaka

２．発表標題
Comparative analysis of plant NADPH-cytochrome P450 reductase towards heterologous triterpenoid production in transgenic yeast

３．学会等名
日本植物細胞分子生物学会年会（京都大会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
橋本 彩希、Fanani Much Zaenal1、安本 周平、關 光、福島 エリオデット、村中 俊哉

２．発表標題
ヒヨコマメにおけるソヤサポゲノールB生合成酵素遺伝子の同定と機能解析

３．学会等名
日本植物細胞分子生物学会年会（京都大会）

４．発表年
2019年

１．発表者名
村中俊哉

２．発表標題
植物・植物組織培養による有用物質生産の新潮流

３．学会等名
BioJapan2019（招待講演）

４．発表年
2019年

１．発表者名
Toshiya MURANAKA

２．発表標題
Redesign of terpenoid biosynthetic pathway in plant by genome editing toward human health

３．学会等名
International Meeting on Plant Secondary Metabolism (Jingzhou, China)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2019年

１．発表者名 鈴木隼人、福島エリオデット、清水裕子、關光、藤澤由紀子、石本政男、刑部敬史、刑部祐里子、村中俊哉
２．発表標題 ミヤコグサのトリテルペンプロファイルおよび植物体におけるCYP716A51とLjCYP93E1酵素遺伝子機能の解析
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 Krishnamurthy Panneerselvam，藤澤由紀子，Soo-Yeon Chung，Hae-Reon Son，下田宜司，平賀勧，加賀秋人，穴井豊昭，塚本知玄，關光，村中俊哉，石本政男
２．発表標題 共発現解析に基づくダイズサポニン配糖化酵素の同定
３．学会等名 日本育種学会2019年秋季大会(136回)
４．発表年 2019年

〔図書〕　計0件

〔出願〕　計4件

産業財産権の名称	発明者	権利者
グルクロン酸転移酵素、それをコードする遺伝子及びその利用方法	石本政男、平賀勧、佐藤由紀子、村中俊哉、關光、チョンス	同左
産業財産権の種類、番号	**出願年**	**国内・外国の別**
特許、PCT/JP2020/39175	2020年	外国

産業財産権の名称	発明者	権利者
グルクロン酸転移酵素、それをコードする遺伝子及びその利用方法	石本政男、平賀勧、佐藤由紀子、村中俊哉、關光、チョン	同左
産業財産権の種類、番号	**出願年**	**国内・外国の別**
特許、特願2019-190060	2019年	国内

産業財産権の名称	発明者	権利者
植物形質転換体	村中俊哉、關光、石本政男、佐藤由紀子、高木恭子、矢野	同左
産業財産権の種類、番号	**出願年**	**国内・外国の別**
特許、特願2020-004640	2020年	国内

産業財産権の名称	発明者	権利者
植物細胞、植物組織、植物体、及びグリチルリチンの製造方法	千代直樹、村中俊哉、關光	同左
産業財産権の種類、番号	**出願年**	**国内・外国の別**
特許、特願2021-188430	2021年	国内

〔取得〕　計0件

〔その他〕

大阪大学大学院工学研究科　村中研究室
http://www.bio.eng.osaka-u.ac.jp/pl/index.html

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	平賀　勧 (HIRAGA SUSUMU) (30332472)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・作物研究部門・上級研究員 (82111)	
研究分担者	石本　政男 (ISHIMOTO MASAO) (20355134)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・次世代作物開発研究センター・研究領域長 (82111)	

	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	關　光 (SEKI HIKARU)		

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	IKIAM			
インドネシア	ITB			