

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：11501

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K14386

研究課題名（和文）メタボローム解析から探る稲わら高品質化のためのシュウ酸蓄積分子機構

研究課題名（英文）Metabolomic study of molecular mechanisms of oxalate accumulation for quality improvement of rice straw

研究代表者

宮城 敦子（Miyagi, Atsuko）

山形大学・農学部・准教授

研究者番号：00645971

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、稲わらの品質改善のため、イネの葉のシュウ酸の低減を目指してシュウ酸蓄積機構の遺伝子レベルでの解明を目的とした研究を行った。シュウ酸合成経路の1つであるイソクエン酸経路の主要酵素イソクエン酸リアーゼ（ICL）が暗期におけるシュウ酸合成に寄与する可能性を示した。また、シュウ酸含有量の異なるコシヒカリとタカナリの正逆染色体部分置換系統を用いた解析により、シュウ酸含有量に影響を及ぼす3つの候補遺伝子が見出された。さらに、稈が千切れやすくなるカマイラズ変異体のメタボローム解析の結果から、細胞壁組成に関する遺伝子の中にはシュウ酸含有量にも影響を及ぼすものがあることも明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

シュウ酸はヒトや家畜のミネラル不足や腎結石を引き起こす劇物であるため、作物におけるシュウ酸の低減は農業上の重要課題である。本研究課題において、シュウ酸蓄積に影響を及ぼすとされる因子として、これまで研究代表者が着目していたICL遺伝子に加え、本研究課題によって新たに複数の候補遺伝子が見出された。今後、これらの遺伝子の解析を進めることにより、稲わらの高品質化やホウレンソウなどの高シュウ酸作物の品種改良に役立つことが、ひいてはヒトや家畜の疾患予防につながる事が期待できる。

研究成果の概要（英文）：This research project aimed to elucidate mechanisms of oxalate accumulation at the genetic level in order to reduce the oxalate content of rice leaves for improvement the quality of rice straw. The results showed that isocitrate lyase, a key enzyme in the isocitrate pathway, one of the oxalate synthesis pathways, would contribute to oxalate accumulation during the dark period. In addition, the analysis of chromosomal partial substitution lines of Koshihikari and Takanari revealed three candidate genes that may affect oxalate content. Furthermore, metabolome analysis of rice brittle culm mutants revealed that some of the genes involves in the cell wall composition may also affect oxalate content.

研究分野：植物代謝生理

キーワード：シュウ酸 イネ メタボローム解析 正逆染色体部分置換系統 品種間比較 イソクエン酸リアーゼ 重イオンビーム

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

植物において、シュウ酸(Oxalate)は被食防御や酸性土壌中の Al^{3+} の解毒に役立ち、過酸化水素に代謝されることでストレス応答や病害抵抗性に寄与するなど、有益な生理活性物質である。しかしながら、ヒトや家畜にとって、シュウ酸は Ca, Fe, Mg 等のミネラル不足のほか、腎結石など重篤な症状を引き起こす毒劇物である。シュウ酸は多くの植物の葉に普遍的に存在するため、作物や飼料の低シュウ酸化は農業上の重要課題である。

これまでに、植物のシュウ酸合成経路として3つの経路(イソクエン酸経路、グリコール酸経路、アスコルビン酸経路)が複数の植物において報告されているが、いずれの経路がシュウ酸蓄積に寄与するかは不明であった。

研究代表者らは、これまでに、メタボローム解析によりタデ科の高シュウ酸植物エゾノギシギシのシュウ酸蓄積について解析しており、イソクエン酸経路がシュウ酸合成の主要経路であり、イタコン酸添加によるイソクエン酸リアーゼ(ICL)活性の抑制やガンマ線の種子照射による代謝改変による、葉のシュウ酸蓄積量の大幅な低減に成功した。しかしながら、植物においてシュウ酸蓄積に寄与する遺伝子は未だ特定出来ておらず、そのため、分子育種技術を利用した低シュウ酸化作物の作出には至っていなかった。

2. 研究の目的

本研究課題では、まず「どの遺伝子が植物のシュウ酸蓄積に寄与するのか？」を明らかにするため、葉にシュウ酸を蓄積するイネを材料として、メタボローム解析と組み合わせた遺伝子レベルでのシュウ酸蓄積機構の解明を目的とした。本研究課題が達成できれば、シュウ酸含有量を低減させたイネ品種の作出にもつながり、コメ収穫後のイネ茎葉を稲わらとした飼料利用の促進に役立つことが期待できる。

3. 研究の方法

まず、(1)イソクエン酸経路における主要酵素とされる ICL の解析を行うことにより、シュウ酸蓄積への関与について検証した。次に、(2)イネの品種間比較や(3)重イオンビーム照射システムを用いて、メタボロームおよびゲノム解析を組み合わせることにより、ICL 以外のシュウ酸蓄積に関与する新規遺伝子座の特定を試みた。

4. 研究成果

4-1. ICL の機能解析

ICL promoter-*GUS* 系統(ニッポンバレ)を用いて ICL の局在解析を行った。その結果、暗所で育成した幼植物体の地上部で ICL が発現することが示された(図 1A)。また、暗所におけるイネ(同)の RT-PCR を用いた ICL の発現解析をおこなったところ、暗期開始後約 3 時間で ICL が発現すること、逆に、明期開始後 3 時間で ICL の発現が見られなくなることを明らかにした(図 1B)。ICL の発現する暗期の長さがシュウ酸蓄積に及ぼす影響を調べるため、24 時間明期、12 時間明期 / 12 時間暗期、24 時間暗期で 10 日間育成したイネの葉のシュウ酸含有量を CE-QQQ-MS を用いて調べた。その結果、24 時間明期よりも 12 時間明期 / 12 時間暗期や 24 時間暗期で育成した植物体の葉にシュウ酸が有意に蓄積することが明らかとなった。このことから、暗所の葉において ICL が発現することによりシュウ酸が蓄積する可能性が示された。

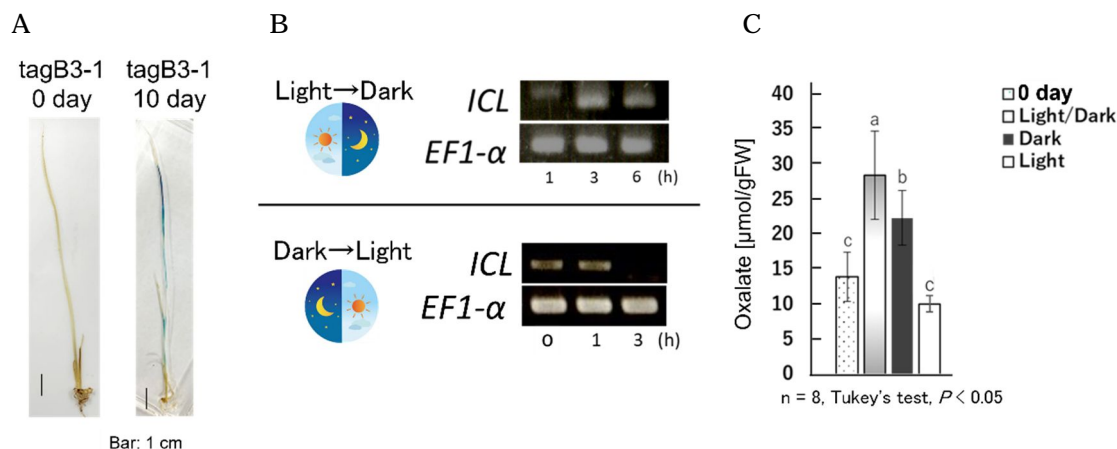


図 1 ICL の発現とシュウ酸含有量。A) 暗期で 10 日間育成した ICL promoter-*GUS* 系統。B) 暗期開始後または明期開始後の ICL の発現量の変化。C) 明期または暗期の長さを変化させたときのイネの葉のシュウ酸含有量の違い。

4 - 2 . 品種間差を利用したシュウ酸蓄積因子の探索

研究代表者はコシヒカリの葉のシュウ酸含有量がタカナリの 4-10 倍蓄積することを見出し (Miyagi et al. *Plant Prod Sci*, 2019) この 2 品種の正逆染色体部分置換系統 (80 CSSLs) のシュウ酸含有量の解析結果から、第 9 および第 11 染色体の後腕領域にシュウ酸含有量を左右する遺伝子座が存在することを明らかにした。これらの染色体部分置換領域について、シュウ酸合成に関わる有機酸含有量についても CE-QQQ-MS を用いて解析したところ、クエン酸やアスコルビン酸の含有量にも影響を及ぼすことが示された。

第 9 または第 11 染色体の染色体部分置換領域には 144 または 221 の遺伝子が存在し、これらの中からシュウ酸合成経路への関与が疑われる遺伝子を探索したところ、2 つの候補遺伝子 A, B が、第 11 染色体の染色体部分置換領域のごく近傍から 1 つの候補遺伝子 C が見出された。これらの 3 つの候補遺伝子の発現を Rice eFP Browser を用いてマイクロアレイ解析の結果を確認したところ、いずれの遺伝子も葉の基部側で強く発現することが示されていた。このことは、イネの葉のシュウ酸含有量が葉の基部側で多いこととも一致しており、シュウ酸含有量に影響をしている可能性を示唆するものであると考えられる。

4 - 3 . 重イオンビーム照射イネ系統の解析

これまでに、研究代表者は重イオンビーム照射イネ系統 (コシヒカリ、M₂ 世代) の葉のシュウ酸含有量を調べ、非照射個体群よりも 1/10 以下まで低下した個体を見出した。そこで、これらの低シュウ酸個体の次世代 (M₃ 世代) についても同様にシュウ酸含有量を測定した。その結果、M₃ 世代においても非照射個体群 (Control) と比べてシュウ酸含有量が 6 割程度まで有意に減少した系統 (100C2-3) を見出した (図 2)。

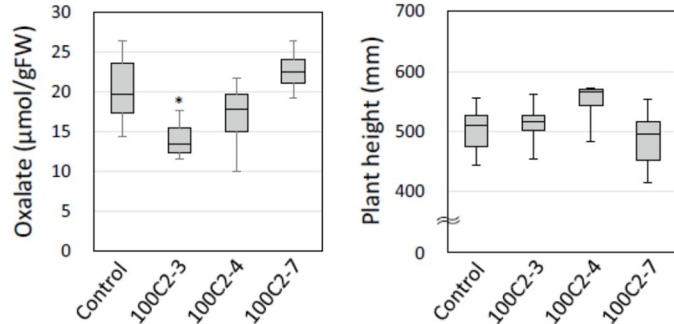


図 2 重イオンビーム照射イネ系統 (M₃ 世代) のシュウ酸含有量 (右) と草丈 (左)。

イネ系統と非照射個体群との間で草丈を比較したところ、有意な違いは見られなかった。これらのことから、この低シュウ酸イネ系統は生育に問題なく、生育の遅れなどによるものではなく遺伝的な変異によりシュウ酸含有量が低減していることが示された (Miyagi et al. *Metabolomics*, 2022)。

4 - 4 . イネのカマイラズ変異体を用いた解析

細胞壁組成が変化するために稈が千切れやすくなったイネのカマイラズ (鎌要らず) 変異体 (*bc1,2,3,4,5*, *Bc6*, *bc1 bc3*) の葉、稈の節および節間について CE-MS/MS および LC-MS/MS を用いたメタボローム解析を行い、一次代謝物に及ぼす影響を解析した。その結果、*bc3* および *bc1 bc3* では親品種である台中 65 号 (T65) に比べて、上記のいずれの組織においてもシュウ酸を蓄積することが示された (図 3, Miyagi et al. *Metabolomics*, 2022)。*BC3* は膜小胞輸送とエンドサイトーシスに関与する Dynamin 様タンパク質をコードする遺伝子であり、セルロース合成酵素のサブユニット (*OsCesA4*) の輸送に関与している可能性が報告されている。よって、*bc3* ではセルロース合成が阻害されて細胞壁組成が変化することで植物体の強度が低下するとともに、何らかの理由で酸化ストレスが増加したためにシュウ酸の前駆物質であるアスコルビン酸やグリオキシル酸などが酸化されてシュウ酸が増加した可能性が考えられる。

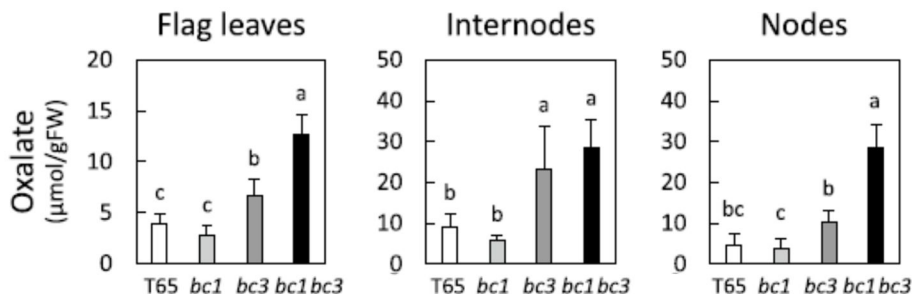


図 3 カマイラズ変異体におけるシュウ酸含有量の変化。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 25件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 15件）

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名 Shota Suzuki, Daimu Tanaka, Atsuko Miyagi, Kentaro Takahara, Masaru Kono, Chaomurilege, Ko Noguchi, Toshiki Ishikawa, Minoru Nagano, Masatoshi Yamaguchi, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 283 |
| 2. 論文標題 Loss of peroxisomal NAD kinase 3 (NADK3) affects photorespiration metabolism in Arabidopsis | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Plant Physiology | 6. 最初と最後の頁 153950 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jplph.2023.153950 | 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 Naoki Wada, Issei Kondo, Ryouichi Tanaka, Junko Kishimoto, Atsuko Miyagi, Maki Kawai-Yamada, Yusuke Mizokami, Ko Noguchi | 4. 巻 131 |
| 2. 論文標題 Dynamic seasonal changes in photosynthesis systems in leaves of <i>Asarum tamaense</i> , an evergreen understory herbaceous species | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Annals of Botany | 6. 最初と最後の頁 423-436 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/aob/mcac156 | 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 Chaomurilege, Yanhui Zu, Atsuko Miyagi, Shin-Nosuke Hashida, Toshiki Ishikawa, Masatoshi Yamaguchi, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 136 |
| 2. 論文標題 Loss of chloroplast-localized NAD kinase causes ROS stress in <i>Arabidopsis thaliana</i> | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Plant Research | 6. 最初と最後の頁 97-106 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-022-01420-w | 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 Atsuko Miyagi, Kazuhisa Mori, Toshiki Ishikawa, Satoshi Ohkubo, Shunsuke Adachi, Masatoshi Yamaguchi, Taiichiro Ookawa, Toshihisa Kotake, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 18 |
| 2. 論文標題 Metabolomic analysis of rice brittle culm mutants reveals each mutant-specific metabolic pattern in each organ | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Metabolomics | 6. 最初と最後の頁 95 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11306-022-01958-9 | 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 Aili Ailizati, Isura Sumeda Priyadarshana Nagahage, Atsuko Miyagi, Toshiki Ishikawa, Maki Kawai-Yamada, Taku Demura, Masatoshi Yamaguchi | 4. 巻 39 |
| 2. 論文標題 VN12 effectively inhibits transcriptional activities of VND7 through a conserved sequence | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Plant Biotechnology | 6. 最初と最後の頁 147-153 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.22.0122a | 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 Moriaki Saito, Mineko Konishi, Atsuko Miyagi, Yasuhito Sakuraba, Maki Kawai-Yamada, Shuichi Yanagisawa | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 Arabidopsis nitrate-induced aspartate oxidase gene expression is necessary to maintain metabolic balance under nitrogen nutrient fluctuation | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Communications Biology | 6. 最初と最後の頁 432 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-022-03399-5 | 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 Yuuma Ishikawa, Cedric Cassan, Aikeranmu Kadeer, Koki Yuasa, Nozomu Sato, Kintake Sonoike, Yasuko Kaneko, Atsuko Miyagi, Hiroko Takahas, Yves Gibon, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 62 |
| 2. 論文標題 The NAD kinase Slr0400 functions as a growth repressor in Synechocystis sp. PCC 6803 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology | 6. 最初と最後の頁 668-677 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcab023 | 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 Takushi Hachiya, Mayumi Wakazaki, Mayuko Sato, Kiminori Toyooka, Atsuko Miyagi, Maki Kawai-Yamada, Daisuke Sugiura, Tsuyoshi Nakagawa, Takatoshi Kiba, Alain Gojon, Hitoshi Sakakibara | 4. 巻 12 |
| 2. 論文標題 Excessive ammonium assimilation by plastidic glutamine synthetase causes ammonium toxicity in Arabidopsis thaliana | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Nature Communications | 6. 最初と最後の頁 No. 4944 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-25238-7 | 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 Masami Tanaka, Yuuma Ishikawa, Sayaka Suzuki, Takako Ogawa, Yukimi Y. Taniguchi, Atsuko Miyagi, Toshiki Ishikawa, Masatoshi Yamaguchi, Yuri Nakajima-Munekage, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 265 |
| 2. 論文標題 Change in expression levels of NAD kinase-encoding genes in <i>Flaveria</i> species | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Plant Physiology | 6. 最初と最後の頁 No. 153495 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jplph.2021.153495 | 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 Aili Ailizati, Isura Sumeda Priyadarshana Nagahage, Atsuko Miyagi, Toshiki Ishikawa, Maki Kawai-Yamada, Taku Demura, Masatoshi Yamaguchi | 4. 巻 38 |
| 2. 論文標題 An Arabidopsis NAC domain transcriptional activator VND7 negatively regulates VNI2 expression | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Plant Biotechnology | 6. 最初と最後の頁 415-420 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.21.1013a | 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 Haruna Ohsaki, Atsuko Miyagi, Maki Kawai-Yamada, Akira Yamawo | 4. 巻 36 |
| 2. 論文標題 Intraspecific interaction of host plants leads to concentrated distribution of a specialist herbivore through metabolic alterations in the leaves | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Functional Ecology | 6. 最初と最後の頁 779-793 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1365-2435.13988 | 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 Yuichi Yokochi, Keisuke Yoshida, Florian Hahn, Atsuko Miyagi, Ken-ichi Wakabayashi, Maki Kawai-Yamada, Andreas P. M. Weber, Toru Hisabori | 4. 巻 118 |
| 2. 論文標題 Redox regulation of NADP-malate dehydrogenase is vital for land plants under fluctuating light environment. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America | 6. 最初と最後の頁 e2016903118 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2016903118 | 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 Maki Kawai-Yamada, Atsuko Miyagi, Yuki Sato, Yuki Hosoi, Shin-nosuke Hashida, Toshiki Ishikawa, Masatoshi Yamaguchi | 4. 巻 16 |
| 2. 論文標題 Altered metabolism of chloroplastic NAD kinase overexpressing Arabidopsis in response to magnesium sulfate supplementation. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Plant Signaling & Behavior | 6. 最初と最後の頁 No. 1844509 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15592324.2020.1844509 | 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 Atsuko Miyagi, Takuya Saimaru, Nozomi Harigai, Yutaka Oono, Yoshihiro Hase, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 16 |
| 2. 論文標題 Metabolome analysis of rice leaves to obtain low-oxalate strain from ion beam-mutagenised population. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Metabolomics | 6. 最初と最後の頁 No. 94 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11306-020-01713-y | 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 Daisuke Takagi, Atsuko Miyagi, Youshi Tazoe, Mao Suganami, Maki Kawai-Yamada, Akihiro Ueda, Yuji Suzuki, Ko Noguchi, Naoki Hirotsu, Amane Makino | 4. 巻 43 |
| 2. 論文標題 Phosphorus toxicity disrupts Rubisco activation and reactive oxygen species defence systems by phytic acid accumulation in leaves | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Plant, Cell and Environment | 6. 最初と最後の頁 2033-2053 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pce.13772 | 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 Yuuma Ishikawa, Atsuko Miyagi, Toshiki Ishikawa, Minoru Nagano, Masatoshi Yamaguchi, Yukako Hihara, Yasuko Kaneko, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 98 |
| 2. 論文標題 One of the NAD kinases, sll1415, is required for the glucose metabolism of Synechocystis sp. PCC 6803. | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 the Plant Journal | 6. 最初と最後の頁 654-666 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14262 | 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 Shunsuke Adachi, Yu Tanaka, Atsuko Miyagi, Makoto Kashima, Ayumi Tezuka, Yoshihiro Toya, Shunzo Kobayashi, Satoshi Ohkubo, Hiroshi Shimizu, Maki Kawai-Yamada, Rowan, F. Sage, Atsushi J. Nagano, Wataru Yamori | 4. 巻 70 |
| 2. 論文標題 High-yielding rice Takanari has superior photosynthetic response to a commercial rice Koshihikari under fluctuating light. | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Experimental Botany | 6. 最初と最後の頁 5287-5297 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/jxb/erz304 | 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 Zhenxiang Jiang, Chihiro K.A. Watanabe, Atsuko Miyagi, Maki Kawai-Yamada, Ichiro Terashima, Ko Noguchi | 4. 巻 20 |
| 2. 論文標題 The mitochondrial alternative oxidase supports redox balance of the photosynthetic electron transport, primary metabolite balance and growth at high light. | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences | 6. 最初と最後の頁 3067 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms20123067 | 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 Atsuko Miyagi, Ko Noguchi, Takeshi Tokida, Yasuhiro Usui, Hirofumi Nakamura, Hidemitsu Sakai, Toshihiro Hasegawa, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 22 |
| 2. 論文標題 Oxalate contents in leaves of two rice cultivars grown at a free-air CO2 enrichment (FACE) site. | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Plant Production Science | 6. 最初と最後の頁 407-411 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2019.1598272 | 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 Masaya Sato, Minoru Nagano, Song Jin, Atsuko Miyagi, Masatoshi Yamaguchi, Maki Kawai-Yamada, Toshiki Ishikawa | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Plant-unique cis/trans isomerism of long-chain base unsaturation is selectively required for aluminum tolerance resulting from glucosylceramide-dependent plasma membrane fluidity. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Plants | 6. 最初と最後の頁 19 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants9010019 | 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 Yusuke Terai, Hironi Ueno, Takahisa Ogawa, Yoshihiro Sawa, Atsuko Miyagi, Maki Kawai-Yamada, Takahiro Ishikawa, Takanori Maruta | 4. 巻 183 |
| 2. 論文標題 Dehydroascorbate reductases and glutathione set a threshold for high light-induced ascorbate accumulation. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Plant Physiology | 6. 最初と最後の頁 112-122 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1104/pp.19.01556 | 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 Yuuma Ishikawa, Atsuko Miyagi, Toshiki Ishikawa, Minoru Nagano, Masatoshi Yamaguchi, Yukako Hihara, Yasuko Kaneko, Maki Kawai-Yamada | 4. 巻 98 |
| 2. 論文標題 One of the NAD kinases, sll1415, is required for the glucose metabolism of Synechocystis sp. PCC 6803. | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 the Plant Journal | 6. 最初と最後の頁 654-666 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tbj.14262 | 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 Mahfuza Parveen, Atsuko Miyagi, Maki Kawai-Yamada, Md H. Rashid and Takashi Asaeda | 4. 巻 232 |
| 2. 論文標題 Metabolic and biochemical responses of Potamogeton anguillanus Koidz. (Potamogetonaceae) to low oxygen conditions | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Plant Physiology | 6. 最初と最後の頁 171-179 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jplph.2018.11.023 | 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 Yuta Kodama, Akihito Kawahara, Atsuko Miyagi, Toshiki Ishikawa, Maki Kawai-Yamada, Yasuko Kaneko, Yasushi Takimura and Yukako Hihara | 4. 巻 115 |
| 2. 論文標題 Effects of inactivation of the cyAbrB2 transcription factor together with glycogen synthesis on cellular metabolism and free fatty acid production in the cyanobacterium Synechocystis sp. PCC 6803 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Biotechnology and Bioengineering | 6. 最初と最後の頁 2974-2985 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/bit.26842 | 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 Shin nosuke Hashida, Atsuko Miyagi, Maho Nishiyama, Keisuke Yoshida, Toru Hisabori, Maki Kawai Yamada | 4. 巻 95 |
| 2. 論文標題 Ferredoxin/thioredoxin system plays an important role in the chloroplastic NADP status of Arabidopsis | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 The Plant Journal | 6. 最初と最後の頁 947-960 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14000 | 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47件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件)

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城 敦子、内宮 博文、川合 真紀 |
| 2. 発表標題 環境要因が結球性レタスの代謝に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第70回質量分析総合討論会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 鈴木 雄介、宮城 敦子、山口 雅利、川合 真紀、石川 寿樹 |
| 2. 発表標題 有用セラミド生産法の開発に向けたスフィンゴ糖脂質糖転移酵素欠損変異体の解析 |
| 3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会 (堺) 大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 アキラム カーディル、石川 優真、山口 雅利、石川 寿樹、宮城 敦子、川合 真紀 |
| 2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 のメチルグリオキサールシンターゼ (SII0036) の機能解析 |
| 3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会 (堺) 大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-----------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 林 英里香, 鈴木 耕陽, 宮城 敦子, 石川 寿樹, 山口 雅利, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 油脂産生微細藻類ナンノクロロプシスのNAD(P)(H)合成経路の解析 |
| 3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会(堺)大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 真田 昇, Rumana Yesmin Hasi, 田中 保, 今井 博之, 宮城 敦子, 山口 雅利, 川合 真紀, 石川 寿樹 |
| 2. 発表標題 タバコ過発現系を用いたスフィンゴ脂質分解酵素遺伝子の探索 |
| 3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会(堺)大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-----------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 関口 颯, 堺 剛平, 藤井 達也, 川越 優衣, 檜垣 匠, 宮城 敦子, 石川 寿樹, 川合 真紀, 山口 雅利 |
| 2. 発表標題 KNOX転写因子KNAT7の欠損変異体における道管形状異常の原因解明 |
| 3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会(堺)大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 石田 快, 小乾 彰紘, 中谷 正義, 篠原 結子, 上野 登輝夫, 宮城 敦子, 石川 寿樹, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 NADを高蓄積した微細藻類の作出 |
| 3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会(堺)大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 藤澤 りみり, 清水 悠裕, 坂本 真吾, 光田 展隆, 宮城 敦子, 石川 寿樹, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 繊維細胞分化のマスター因子の発現制御機構解 |
| 3. 学会等名 第39回日本植物バイオテクノロジー学会(堺)大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子 |
| 2. 発表標題 植物の代謝物組成が植食性昆虫の寄主選択に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第16回メタボロームシンポジウム(招待講演) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名 川合 真紀, 白 朝木日楽格, 宮城 敦子 |
| 2. 発表標題 植物の環境応答における NAD(P)(H)バランス制御 |
| 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 朝木日楽格, 俎 艶慧, 橋田 慎之介, 宮城 敦子, 石川 寿樹, 山口 雅利, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナ葉緑体局在性NADキナーゼ(NADK2)のN領域の解析 |
| 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 宮城 敦子, 田中 伸裕, Matthew Shenton, 江花 薫子, 大久保 智司, 安達 俊輔, 大川 泰一郎, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 イネ品種間差を利用した シュウ酸蓄積因子の探索 |
| 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 明石 一樹, 宮城 敦子, 石川 寿樹, 山口 雅利, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナnadk2復帰変異体の原因遺伝子の同定と解析 |
| 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 鈴木 沙也加, 田中 雅美, 宮城 敦子, 石川 寿樹, 山口 雅利, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 C4種Flaveria bidentisの葉緑体型NADキナーゼ (FbNADK2a, FbNADK2b) の機能解析 |
| 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 宮城敦子, 森 和久, 石川 寿樹, 大久保 智司, 安達 俊輔, 大川 泰一郎, 山口 雅利, 小竹 敬久, 川合 真紀 |
| 2. 発表標題 メタボローム解析から探るイネのカマイラズ変異体の代謝変動 |
| 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 青木 若菜, 宮城 敦子, 川合 真紀, 村山 秀樹 |
| 2. 発表標題 セイヨウナシ果皮の光合成が果実の糖代謝に及ぼす影響 |
| 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 Atsuko Miyagi, Kazuhisa Mori, Satoshi Ohkubo, Shunsuke Adachi, Toshiki Ishikawa, Masatoshi Yamaguchi, Taiichiro Ookawa, Toshihisa Kotake, Maki Kawai-Yamada |
| 2. 発表標題 Metabolomic analysis of rice brittle culm mutants |
| 3. 学会等名 The 7th International Conference on Plant Cell Wall Biology (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 Aili Ailizati, Isura Sumeda Priyadarshana Nagahage, Atsuko Miyagi, Toshiki Ishikawa, Taku Demura, Maki Kawai-Yamada, Masatoshi Yamaguchi. |
| 2. 発表標題 Identification of amino acid sequence of VN12, which contributes to inhibition of VND7 |
| 3. 学会等名 The 7th International Conference on Plant Cell Wall Biology (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 阿部諒平、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネにおけるシュウ酸蓄積候 補遺伝子の品種間比較解析 |
| 3. 学会等名 第38回植物バイオテクノロジー学会(つくば)大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 Aikeranmu Kadeer、石川優真、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 NADKモチーフを持つシアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 メチルグリオキサールシクターゼ (S110036) の機能解析 |
| 3. 学会等名 第38回植物バイオテクノロジー学会(つくば)大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 水辺慈詠、山田拓矢、北川純子、松田浩平、宮城敦子、石川寿樹、川合真紀、出村拓、山口雅利 |
| 2. 発表標題 VN12タンパク質は様々な相互作用因子を介して維管束分化を制御する |
| 3. 学会等名 第38回植物バイオテクノロジー学会(つくば)大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|------------------------------------------|
| 1. 発表者名 林英里香、鈴木耕陽、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 ナンクロロプシスのTAG増産を目指したG6PDHの機能解析 |
| 3. 学会等名 第38回植物バイオテクノロジー学会(つくば)大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|----------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子、森和久、大久保智司、安達俊輔、大川泰一郎、石川寿樹、山口雅利、小竹敬久、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネのカマイラズ変異体における代謝変動 |
| 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 チョモリグ、ソ エンケイ、橋田慎之介、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナ葉緑体局在性NADキナーゼ変異体 (nadk2)におけるROSの蓄積 |
| 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 ソ エンケイ、チョモリグ、石川優真、森星来、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナnadk2変異体を用いたシアノバクテリアと植物NADキナーゼの機能比較 |
| 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 明石一樹、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナ nadk2 復帰変異体の単離と原因遺伝子の探索 |
| 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 真田昇、宮城敦子、山口雅利、川合真紀、石川寿樹 |
| 2. 発表標題 セラミド1 - リン酸の高感度検出法を用いたスフィンゴ脂質糖鎖分解酵素活性の測定 |
| 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 和田百々香、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀、西田生郎 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナの生殖過程におけるホスファチジルコリン生合成の役割 |
| 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 刑部祐里子、橋本諒典、宮城敦子、澤田有司、佐藤心郎、山田晃嗣、平井優美、川合真紀、刑部敬史 |
| 2. 発表標題 乾燥ストレス応答における葉緑体局在性NADキナーゼ2の機能解析 |
| 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 宮城敦子、野上宙暉、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イソクエン酸リアーゼから探るイネのシュウ酸合成機構 |
| 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 宮城敦子 |
| 2. 発表標題 稲わらの高品質化に向けたイネのシュウ酸蓄積機構の解明 |
| 3. 学会等名 埼玉大学・岡山大学若手合同シンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|-----------------------------------------------|
| 1. 発表者名 野上宙暉、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネにおけるイソクエン酸リアーゼの発現様式とシュウ酸蓄積に及ぼす影響 |
| 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 宮城敦子、西丸拓也、針谷のぞみ、大野豊、長谷純宏、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イオンビーム照射イネにおけるシュウ酸代謝解析 |
| 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 森和久、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、小竹敬久、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネのカマイラズ変異体のメタボローム解析 |
| 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 Atsuko Miyagi, Takuya Saimaru, Nozomi Harigai, Yutaka Oono, Yoshihiro Hase, Maki Kawai-Yamada |
| 2. 発表標題 Alteration of oxalate content in rice leaves obtained from ion beam-irradiated plants |
| 3. 学会等名 Plant Biology 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 Atsuko Miyagi, Noriyuki Ojima, Wakako Ikeda-Ohtsubo, Maki Kawai-Yamada |
| 2. 発表標題 The metabolisms in oxalate rich-leaf beetle via gut bacteria. |
| 3. 学会等名 Metabolomics 2019 (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子、安達俊輔、大川泰一郎、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネ品種間におけるシュウ酸蓄積の比較解析 |
| 3. 学会等名 第37回植物細胞分子生物学会(京都)大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|----------------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子、安達俊輔、大川泰一郎、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネの染色体部分置換系統を用いたシュウ酸蓄積機構の解明 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 野上宙暉、宮城敦子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネにおけるイソクエン酸リアーゼ遺伝子の発現解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第83回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子、安達俊輔、大川泰一郎、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネ正逆染色体断片置換系統におけるメタボローム解析 |
| 3. 学会等名 第13回メタボロームシンポジウム |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-----------------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子、野上宙暉、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネのシュウ酸蓄積機構におけるイソクエン酸リアーゼの役割 |
| 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 宮城敦子、安達俊輔、大川泰一郎、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネ品種間差を利用したメタボローム解析によるシュウ酸蓄積機構の解明 |
| 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 宮城敦子 |
| 2. 発表標題 メタボローム解析から探るイネのシュウ酸代謝機構 |
| 3. 学会等名 第12回メタボロームシンポジウム（招待講演） |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|----------------------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子、西丸拓也、尾崎莉沙子、石川寿樹、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネにおけるイソクエン酸リアーゼ (ICL) における生理機能解析 |
| 3. 学会等名 日本植物学会第82回大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 Atsuko Miyagi, Takuya Saimaru, Nozomi Harigai, Toshiki Ishikawa, Masatoshi Yamaguchi, |
| 2. 発表標題 Screening of low oxalate rice plants from ion beam-irradiated seeds |
| 3. 学会等名 16th International Symposium on Rice Functional Genomics (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 宮城敦子、安達俊輔、野口航、常田岳志、臼井靖浩、中村浩史、酒井英光、長谷川利拡、山本敏夫、大川泰一郎、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネにおける染色体部分置換がシュウ酸蓄積に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第36回日本植物細胞分子生物学会大会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 Atsuko Miyagi, Sayaka Kitano, Yutaka Oono, Yoshihiro Hase, Issay Narumi, Masatoshi Yamaguchi, Maki Kawai-Yamada |
| 2. 発表標題 Impact of ion beam-irradiation on metabolisms in oxalate rich plant |
| 3. 学会等名 Plant Biology 2018 (国際学会) |
| 4. 発表年 2018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 |
|-------|------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 川合 真紀 (Kawai-Yamada Maki) | 埼玉大学 | |
| 研究協力者 | 大川 泰一郎 (Ookawa Taiichiro) | 東京農工大学 | |
| 研究協力者 | 安達 俊輔 (Adachi Shunsuke) | 東京農工大学 | |
| 研究協力者 | 大久保 智司 (Ohkubo Satoshi) | 東北大学 | |
| 研究協力者 | 大野 豊 (Oono Yutaka) | 量研機構 | |
| 研究協力者 | 長谷 純宏 (Hase Yoshihiro) | 量研機構 | |
| 研究協力者 | 常田 岳志 (Tokida Takashi) | 農研機構 | |

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 | 臼井 靖浩 (Usui YaYasuhiro) | 農研機構 | |
| 研究協力者 | 中村 浩史 (Nakamura Hirofumi) | 太陽計器(株) | |
| 研究協力者 | 酒井 英光 (Sakai Hidemitsu) | 農研機構 | |
| 研究協力者 | 長谷川 利拡 (Hasegawa Toshihiro) | 農研機構 | |
| 研究協力者 | 石川 寿樹 (Ishikawa Toshiki) | 埼玉大学 | |
| 研究協力者 | 小竹 敬久 (Kotake Toshihisa) | 埼玉大学 | |
| 研究協力者 | 山口 雅利 (Yamaguchi Masatoshi) | 埼玉大学 | |

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 |
|---------|---------|
|---------|---------|