

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K06277

研究課題名(和文) 様々なNACドメイン転写因子と複合体を形成するVNI2の多面的な生物学的役割

研究課題名(英文) Biological roles of VNI2 forming complexes with various NAC domain transcription factors

研究代表者

山口 雅利 (Yamaguchi, Masatoshi)

埼玉大学・理工学研究科・准教授

研究者番号：20373376

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)：NACドメイン転写因子であるVNI2は、これまでにNACドメイン転写因子で道管形成の鍵因子であるVND7と相互作用する因子と同定されている。また、VNI2はVND7以外にも30ものNACドメイン転写因子と複合体を形成することを明らかにしており、本研究ではVNI2が複合体を形成する作用機構や生物学的意義を明らかにすることを目的として解析を行った。その結果、VNI2は葉の老化を制御する異なるNACドメイン転写因子と複合体を形成することで、多段階制御することを明らかにした。また、VNI2が相互作用因子の機能制御に重要なアミノ酸領域の特定にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植物の成長は、外界の環境変化に対して柔軟かつ迅速に応答することで成立している。このような、内外からのシグナルを成長制御に伝達するためには、様々な制御機構が統合する仕組みが存在すると考えられている。NACドメイン転写因子であるVNI2はこれまで、VND7との相互作用を通じて、道管形成を制御することが明らかになっていた。本研究の成果は、VNI2は、異なるNACドメイン転写因子との相互作用を通じて様々な生物学的プロセスを制御すること、様々な役割を果たすことで植物の成長を厳密に制御する働きを持つことを示唆している。

研究成果の概要(英文)：A NAC domain transcription factor, VNI2, is isolated as an interacting factor with another NAC domain transcription factor, VND7, which is a key regulator of xylem vessel formation. In addition, we have found that VNI2 also interacts with a number of NAC domain transcription factors. Here, we tried to understand biological meaning of interaction of VNI2 with various types of NAC domain transcription factors. It was found that VNI2 plays roles in leaf senescence and phloem differentiation by forming distinct NAC domain transcription factors. It was also found that a conserved amino acid region of VNI2 confers effective inhibition of VND7 function.

研究分野：植物分子生物学

キーワード：転写因子 タンパク質間相互作用 NACドメイン転写因子

1. 研究開始当初の背景

(1) 植物は、外界の環境変化に対して移動による回避をせず、柔軟かつ迅速に応答することで成長を制御する。つまり、様々な環境応答シグナルや器官や組織形成、細胞増殖といった制御は密接に関わり合っていると推測される。このような仕組みを理解するためには、様々な制御機構に関与し、それらの情報を統合する因子を見つけ出し、その役割を分子レベルで明らかにすることが重要である。

植物特有の転写因子ファミリーである NAC ドメイン転写因子である VNI2 は、同じく NAC ドメイン転写因子である VND7 と相互作用する因子として単離された。詳細な解析の結果、VNI2 は VND7 と複合体を形成することで、道管形成を負に制御することが明らかとなった(引用文献)。また VNI2 は、道管以外にも様々な組織で発現することから、様々な生理的な役割を有すると推測された(引用文献)。実際これまでに、酵母 2 ハイブリッド法により VNI2 と相互作用する因子として 30 もの NAC ドメイン転写因子を同定している。得られた相互作用因子の中には、環境ストレス応答に関与するものが含まれていた。このことから、VNI2 は様々な相互作用因子を介して、多面的な生理的役割を有すると推測された。

(2) VNI2 が VND7 と相互作用することで、VND7 の転写活性化活性を阻害することは示されたものの、どのような分子機構で転写活性を阻害するかについては、不明のままだった。また、VND7 は様々な道管形成に関与する遺伝子群の発現を上昇させることで鍵因子として機能する(引用文献)。しかしながら、VND7 が VNI2 の発現をどのように制御するかについては不明であった。

2. 研究の目的

(1) 植物が、様々な制御機構を統合しながら成長をコントロールするかを明らかにするために、本研究では、様々な NAC ドメイン転写因子と複合体を形成する VNI2 に着目し、その多面的な生理的役割を解明することを目的とする。具体的には、環境ストレス応答に関与することが知られている ATAF2 との作用機構を詳細に解析すると同時に、まだ解析がなされていない転写因子についても、作用機構やその生理的な意義について解析を行った。

(2) VNI2 がどのように相互作用因子の機能を制御するかを明らかにする目的で、VND7 と VNI2 との作用機構について解析を行った。特に、VNI2 が VND7 の活性阻害に重要な配列を特定することや、VND7 による VNI2 の発現制御についても解析を行った。

3. 研究の方法

(1) まず、VNI2 との相互作用を pull-down 法などにより検証する。下流のターゲット遺伝子が同定されている転写因子については、そのターゲット遺伝子のプロモーターを指標として、一過的発現解析を行うことで、相互作用因子の転写活性が VNI2 と結合する子でどのような影響を受けるか解析した。さらに、過剰発現体を作成すると同時に、T-DNA 変異体を取り寄せそれらの表現型を解析した。さらに、二重変異体を作成することで、遺伝学的な解析についても行った。

(2) VNI2 がどのような分子機構によって、相互作用因子の機能を制御するかを明らかにするために、様々な部位を欠失、およびアミノ酸置換した VNI2 を作出し、相互作用因子への影響等を解析した。見出した知見が、植物の成長にどのような意味を持つかを検証するために、アミノ酸配列の一部を欠失した VNI2 を発現させた形質転換体を作成し、それらの表現型を解析した。また、相互作用因子が VNI2 の発現を制御するかを検証するために、一過的発現解析や、過剰発現体や変異体を用いて解析を行った。

4. 研究成果

(1) VNI2 と相互作用する因子の一つとして、酵母 2 ハイブリッド法により ATAF2 を同定した。ATAF2 が発現を正に制御するターゲット遺伝子を探索したところ、老化を制御する ORE1 を同定した。興味深いことに、ATAF2 はオーキシンの代謝に関与する NIT2 の発現を負に制御することも明とした(Nagahage et al. 2018)。この ATAF2 の過剰発現体を作成したところ、葉の老化が促進されたのに対し、*ataf2* 変異体では、葉の老化が抑制されることが明らかとなった(図 1)(Nagahage et al. 2020)。さらに、*vni2* 変異体では、葉の老化が促進されるのに対して、*ataf2 vni2* 二重変異体では、その促進効果が抑圧されることが明らかとなった。さらに、VNI2 は ORE1 に対しても相互作用することを見出しており、本研究において、VNI2 は ORE1 と相互作用することで ORE1 の転写活性を抑制することを明らかにしている。これらの結果は、VNI2 は異なる転写因子の機能を制御することで、葉の老化の進行を多段階で抑制する働きがあることを示している。さらに、VNI2 は他の相互作用する NAC ドメイン転写因子を介して、篩

部形成にも関与することが示唆された。

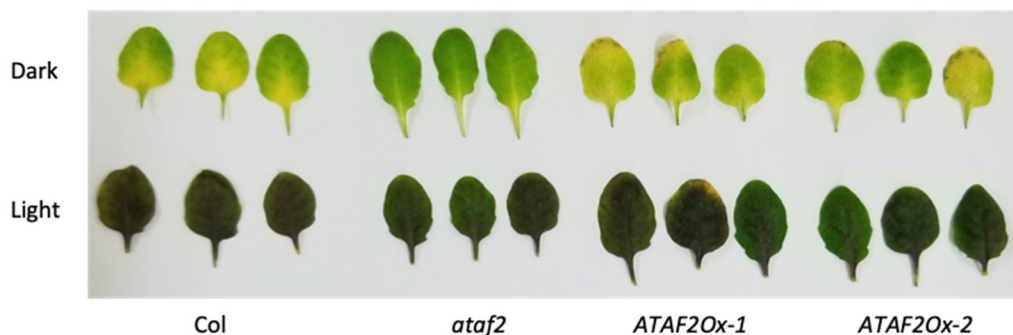


図 1 ATAF2 は葉の老化を制御する

播種後 4 週間目の野生型 (Col) *ataf2* 変異体、*ATAF2* 過剰発現体 (*ATAF2OX-1*, *ATAF2OX-2*) 葉を明所、および暗所で 5 日間静置させた。

(2) *VNI2* が相互作用因子の転写活性をどのように阻害するかを調べるために、断片化した *VNI2* を作出したところ、10 アミノ酸残基を欠失させることで、転写阻害活性が優位に低下することが明らかとなった。この 10 アミノ酸は、他の植物種の *VNI2* オルソログに高度に保存されており、実際アミノ酸を置換させた *VNI2* では、転写阻害活性が低下した。そこで、この *VNI2* の 10 アミノ酸残基の有無が植物の生育にどのような影響を及ぼすかを解析するために、*VNI2* よりも道管形成過程の後期まで発現する *VND7* プロモーターに全長(252 アミノ酸)、および断片化させた *VNI2* を連結させた形質転換体を作成した。その結果、10 アミノ酸の配列を残して C 末端領域を結失させた *VND7_{pro}:VNI2¹⁻²¹⁰* 系統の多くは、地上部の生育が著しく阻害されることが明らかとなった(図 2)。これらの個体について顕微鏡で観察したところ、根だけでなく、地上部においても途切れた道管が観察された。これは、欠失させた C 末端領域中に、タンパク質分解の標的配列である PEST モチーフが存在しているため、全長 *VNI2* タンパク質よりも安定性が高まり、その結果 *VNI2* の阻害効果が強まったと推測された。一方、10 アミノ酸を含まない *VND7_{pro}:VNI2¹⁻²⁰⁰* 系統では、地上部や生育阻害や道管形成異常は観察されたものの、*VND7_{pro}:VNI2¹⁻²¹⁰* 系統よりもそれらの表現型は弱かった。これらの結果から、*VNI2* はこの 10 アミノ酸配列を介して、*VND7* の活性を阻害し、道管形成を負に制御することが明らかとなった(Ailizati et al. 2022)。この 10 アミノ酸配列やその前後にはリン酸化制御に関わるコンセンサス配列が存在していた。今後は、リン酸化制御に着目した解析を進めていきたい。

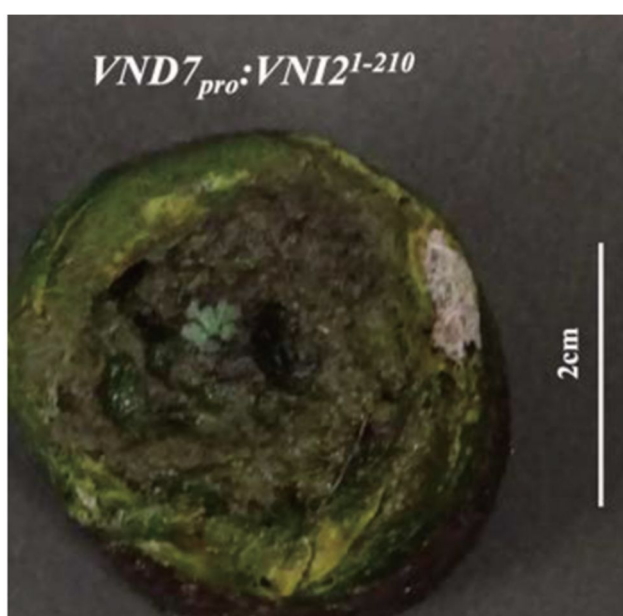


図 2 *VND7_{pro}:VNI2¹⁻²¹⁰* 系統の表現型

播種後 5 週間目の T1 世代の *VND7_{pro}:VNI2¹⁻²¹⁰* 系統。コントロールはこの時期抽台するのに対して、多くの *VND7_{pro}:VNI2¹⁻²¹⁰* 系統は図のように、地上部がほとんど成長しなかった。

(3) 相互作用因子が *VNI2* の発現を制御するかを検証するために、*VNI2* プロモーターをレポーターに用いて、一過的発現解析を行った。その結果まず、*ATAF2* は、*VNI2* の発現を正に制御することが明らかとなった(Nagahage et al. 2020)。これは、*ATAF2* の働きをフィードバックするための機構が存在することを示唆している。一方で、*VND7* も同様に *VNI2* の発現を制御するかを解析したところ、興味深いことに *VND7* は *VNI2* の発現を負に制御することが明らかとなった。このことは、*VND7* と *VNI2* は互いにその機能を抑制し合うことを示している。(Ailizati et al. 2021)。これらの結果から、*VNI2* は、相互作用因子によって異なる作用機構を有しており、それらを通じて様々な生物学的な役割に寄与していることが明らかとなった(図 3)。

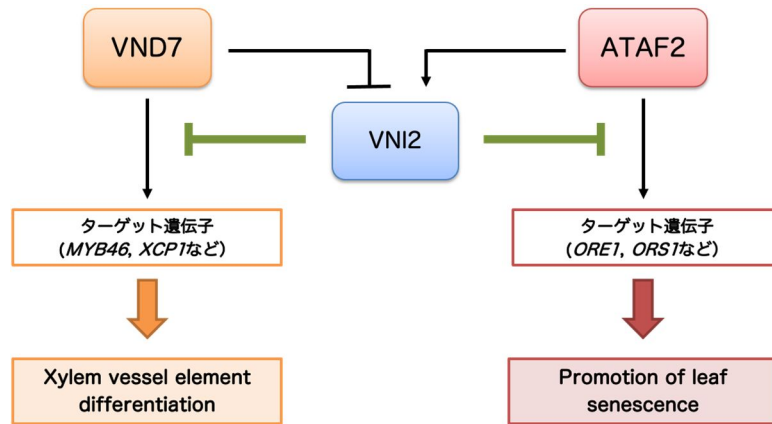


図3 VNI2 と相互作用因子との作用関係

VNI2 は、相互作用因子である、VND7 と ATAF2 の転写活性を阻害することで、それぞれ道管形成や葉の老化の制御に関わっている。一方で、VND7 と ATAF2 は VNI2 の発現をそれぞれ負、および正に制御している

引用文献

Yamaguchi M, Ohtani M, Mitsuda N, Ohme-Takagi M, Fukuda H, Demura T (2010) VND-INTERACTING2, NAC domain transcription factor, negatively regulates xylem vessel formation in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 22: 1249-1263

Yang SD, Seo PJ, Yoon HK, Park CM (2011) The *Arabidopsis* NAC transcription factor VNI2 integrates abscisic acid signals into leaf senescence via the *COR/RD* genes. *Plant Cell* 23: 2155-2168

Yamaguchi M, Mitsuda N, Ohtani M, Ohme-Takagi M, Kato K, Demura T (2011) VASCULAR-RELATED NAC-DOMAIN7 directly regulates a broad range of genes for xylem vessel formation. *Plant Journal* 66: 579-590

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 15件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Ailizati Aili, Nagahage Isura Sumeda Priyadarshana, Miyagi Atsuko, Ishikawa Toshiki, Kawai-Yamada Maki, Demura Taku, Yamaguchi Masatoshi | 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 Ailizati Aili, Nagahage Isura Sumeda Priyadarshana, Miyagi Atsuko, Ishikawa Toshiki, Kawai-Yamada Maki, Demura Taku, Yamaguchi Masatoshi | 4. 巻 39 |
| 2. 論文標題 VND-INTERACTING2 effectively inhibits transcriptional activities of VASCULAR-RELATED NAC-DOMAIN7 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 Ukawa Tomomi, Banno Fumihiko, Ishikawa Toshiki, Kasahara Kota, Nishina Yuuta, Inoue Rika, Tsujii Keigo, Yamaguchi Masatoshi, Takahashi Takuya, Fukao Yoichiro, Kawai-Yamada Maki, Nagano Minoru | 4. 巻 189 |
| 2. 論文標題 Sphingolipids with 2-hydroxy fatty acids aid in plasma membrane nanodomain organization and oxidative burst | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Plant Physiology | 6. 最初と最後の頁 839 ~ 1857 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiac134 | 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 Nagahage Isura Sumeda Priyadarshana, Sakamoto Shingo, Nagano Minoru, Ishikawa Toshiki, Mitsuda Nobutaka, Kawai Yamada Maki, Yamaguchi Masatoshi | 4. 巻 170 |
| 2. 論文標題 An Arabidopsis NAC domain transcription factor, ATAF2, promotes age dependent and dark induced leaf senescence | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Physiologia Plantarum | 6. 最初と最後の頁 299 ~ 308 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/pp1.13156 | 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 Ishikawa Yuuma, Cassan Cedric, Kadeer Aikeranmu, Yuasa Koki, Sato Nozomu, Sonoike Kintake, Kaneko Yasuko, Miyagi Atsuko, Takahashi Hiroko, Ishikawa Toshiki, Yamaguchi Masatoshi, Nishiyama Yoshitaka, Hihara Yukako, Gibon Yves, Kawai-Yamada Maki | 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 Ishikawa Yuuma, Miyagi Atsuko, Ishikawa Toshiki, Nagano Minoru, Yamaguchi Masatoshi, Hihara Yukako, Kaneko Yasuko, Kawai Yamada Maki | 4. 巻 98 |
| 2. 論文標題 One of the NAD kinases, sl11415, 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 Tamura Taizo, Endo Hitoshi, Suzuki Atsunobu, Sato Yutaka, Kato Ko, Ohtani Misato, Yamaguchi Masatoshi, Demura Taku | 4. 巻 100 |
| 2. 論文標題 Affinity based high resolution analysis of DNA binding by VASCULAR RELATED NAC DOMAIN7 via fluorescence correlation spectroscopy | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 The Plant Journal | 6. 最初と最後の頁 298 ~ 313 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14443 | 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 Wang Shumin, Yamaguchi Masatoshi, Grienenberger Etienne, Martone Patrick T., Samuels A. Lacey, Mansfield Shawn D. | 4. 巻 101 |
| 2. 論文標題 The Class II KNOX genes KNAT3 and KNAT7 work cooperatively to influence deposition of secondary cell walls that provide mechanical support to Arabidopsis stems | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 The Plant Journal | 6. 最初と最後の頁 293 ~ 309 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14541 | 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 Sato Masaya, Nagano Minoru, Jin Song, Miyagi Atsuko, Yamaguchi Masatoshi, Kawai-Yamada Maki, Ishikawa Toshiki | 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 Okada Tomoyuki, Yamane Sousuke, Yamaguchi Masatoshi, Kato Ko, Shinmyo Atsuhiko, Tsunemitsu Yuta, Iwasaki Kozo, Ueno Daisei, Demura Taku | 4. 巻 35 |
| 2. 論文標題 Characterization of rice KT/HAK/KUP potassium transporters and K ⁺ uptake by HAK1 from <i>Oryza sativa</i> | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Plant Biotechnology | 6. 最初と最後の頁 101 ~ 111 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.18.0308a | 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 Nagahage Isura Sumeda Priyadarshana, Sakamoto Shingo, Nagano Minoru, Ishikawa Toshiki, Kawai-Yamada Maki, Mitsuda Nobutaka, Yamaguchi Masatoshi | 4. 巻 35 |
| 2. 論文標題 An NAC domain transcription factor ATAF2 acts as transcriptional activator or repressor dependent on promoter context | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Plant Biotechnology | 6. 最初と最後の頁 285 ~ 289 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5511/plantbiotechnology.18.0507a | 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 Saelim Laddawan, Akiyoshi Nobuhiro, Tan Tian Tian, Ihara Ayumi, Yamaguchi Masatoshi, Hirano Ko, Matsuoka Makoto, Demura Taku, Ohtani Misato | 4. 巻 132 |
| 2. 論文標題 Arabidopsis Group III ERF proteins positively regulate primary cell wall-type CESA genes | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Plant Research | 6. 最初と最後の頁 117 ~ 129 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-018-1074-1 | 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 Miyagi Atsuko, Mori Kazuhisa, Ishikawa Toshiki, Ohkubo Satoshi, Adachi Shunsuke, Yamaguchi Masatoshi, Ookawa Taiichiro, Kotake Toshihisa, Kawai-Yamada Maki | 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 ~ 195 |
| 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 オープンアクセスとしている(また、その予定である) | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計20件(うち招待講演 0件/うち国際学会 3件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yamaguchi M, Ailizati A, Nagahage ISP, Miyagi A, Ishikawa T, Demura T, Kawai-Yamada M |
| 2. 発表標題 VNI2 expression is downregulated by 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 Ailizati A, Nagahage ISP Miyagi A, Ishikawa T, Demura T, Kawai-Yamada M, Yamaguchi M |
| 2. 発表標題 Identification of amino acid sequence of VNI2, 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 Miyagi A, Mori K, Ohkubo S, Adachi S, Ishikawa T, Yamaguchi M, Oikawa T, Kotake T, Kawai-Yamada M |
| 2. 発表標題 Metabolic 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 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 VNI2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 日本植物バイオテクノロジー学会 |
| 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 清水悠裕、坂本真吾、光田展隆、宮城敦子、石川寿樹、川合真紀、山口雅利 |
| 2. 発表標題 繊維細胞における発現制御機構の解析 |
| 3. 学会等名 第84回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ailizati Aili、Nagahage Isura SP、宮城敦子、石川寿樹、川合真紀、出村拓、山口雅利 |
| 2. 発表標題 Molecular mechanism how VNI2 inhibits VND7 during xylem vessel formation. |
| 3. 学会等名 第84回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 永光旭、宮城敦子、石川寿樹、川合真紀、曾我康一、森田（寺尾）美代、山口雅利 |
| 2. 発表標題 植物の力学的強度の低下がもたらす影響とその原因 |
| 3. 学会等名 第84回日本植物学会 |
| 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 第84回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Isura S. P. Nagahage、松田浩平、山田拓矢、坂本真吾、長野稔、石川寿樹、光田展隆、川合真紀、出村拓、山口雅利 |
| 2. 発表標題 ATAF2はVN12と複合体を形成することで老化を促進機能が抑制される |
| 3. 学会等名 第83回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ailizati Aili、Isura S. P. Nagahage、宮城敦子、石川寿樹、川合真紀、出村拓、山口雅利 |
| 2. 発表標題 Analysis of interaction mechanisms between VND7 and VN12 in differentiation of xylem vessel elements |
| 3. 学会等名 第83回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 工藤大和、宮城敦子、山口雅利、川合 真紀、石川 寿樹 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナにおけるスフィンゴ脂質糖鎖異常変異体の表現型解析 |
| 3. 学会等名 第83回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石川優真、宮城敦子、長野稔、石川寿樹、山口雅利、園池公毅、金子康子、日原由香子、川合真紀 |
| 2. 発表標題 Synechocystis sp. PCC 6803のslr0400破壊株は従属栄養性を獲得する |
| 3. 学会等名 第83回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 佐藤正弥、石川寿樹、長野稔、山口雅利、川合真紀 |
| 2. 発表標題 イネのアルミニウム耐性におけるスフィンゴ脂質cis/trans異性体の機能差異 |
| 3. 学会等名 第37回日本植物細胞分子生物学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山田拓矢、北川純子、松田浩平、長野稔、石川寿樹、川合真紀、出村拓、山口雅利 |
| 2. 発表標題 相互作用因子による道管形成抑制因子VNI2のタンパク質分解制御 |
| 3. 学会等名 第36回日本植物細胞分子生物学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 伊藤敦也、久保稔、大谷美紗都、石川寿樹、川合真紀、出村拓、山口雅利 |
| 2. 発表標題 シロイヌナズナVND遺伝子群の遺伝学的解析 |
| 3. 学会等名 第36回日本植物細胞分子生物学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石川優真、宮城敦子、石川寿樹、長野稔、山口雅利、園池公毅、日原由香子、金子康子、川合真紀 |
| 2. 発表標題 シアノバクテリアにおけるNADキナーゼの異なる役割 |
| 3. 学会等名 第82回日本植物学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石川優真、宮城敦子、石川寿樹、長野稔、山口雅利、園池公毅、日原由香子、金子康子、川合真紀 |
| 2. 発表標題 シアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp.PCC6903が有するNADキナーゼの生理的な役割 |
| 3. 学会等名 第60回日本植物生理学会 |
| 4. 発表年 2019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成異常の原因解明 |
| 3. 学会等名 第39回植物バイオテクノロジー学会 |
| 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、山口雅利 |
| 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 |
| 3. 学会等名 第39回植物バイオテクノロジー学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

埼玉大学大学院理工学研究科 山口雅利研究グループHP
<http://park.saitama-u.ac.jp/~myamaguchi/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 | |
| | | | |

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 | | |
|---------|----------------|--|--|
| カナダ | ブリティッシュコロンビア大学 | | |
| スウェーデン | ウメア大学 | | |