

令和 4 年 5 月 11 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03240

研究課題名(和文) Raf型プロテインキナーゼファミリーによるアブシシン酸シグナル伝達の制御機構

研究課題名(英文) Regulation of ABA signaling pathways by Raf-like protein kinase family

研究代表者

梅澤 泰史 (Umezawa, Taishi)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：70342756

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：アブシシン酸(ABA)は、SnRK2タンパク質リン酸化酵素を活性化し、様々なタンパク質をリン酸化する。申請者らは、SnRK2の相互作用タンパク質としてRaf36およびRaf22を同定し、これらがABA応答を負に制御することを見出した。Raf36およびRaf22はSnRK2によって直接リン酸化され、タンパク質分解が促進される。また、Raf36が通常時の植物の生長を促進することや、乾燥ストレス時に分解されて植物の成長を抑制する働きを持つことを明らかにした。以上の結果から、今回発見したRaf型キナーゼとSnRK2は、植物の生長制御とストレス応答のバランスを調節するモジュールを形成することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

干ばつは世界の農業生産に莫大な損失を与えており、重要な農業問題の一つである。したがって、植物の乾燥ストレス応答は重要な研究課題となっている。これまで、植物の乾燥ストレス応答の研究では、主に乾燥ストレス耐性を誘導する「ストレス応答」に主眼が置かれてきた。一方、本研究では、乾燥ストレス下における植物の生長という新しい視点から解析を行い、植物の持つユニークな生長制御メカニズムを明らかにすることに成功した。この研究成果は、乾燥ストレス化における植物の生長制御の重要性を示すとともに、将来的に干ばつ条件下における作物の生長や収量を維持するための技術開発につながる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Abaic acid (ABA) is a phytohormone essential for environmental responses and seed maturation in plants. ABA activates SnRK2 protein kinases, which phosphorylate various proteins to induce drought tolerance. We identified Raf36 and Raf22 as SnRK2-interacting proteins and found that they negatively regulate ABA responses. Raf36 and Raf22 are directly phosphorylated by SnRK2, and then they are degraded in plant cells. We also found that Raf36 promotes plant growth under normal conditions and that it suppresses plant growth by its degradation during drought stress. These results suggested that the Raf-like kinases and SnRK2 module balances between plant growth and stress response under drought stress.

研究分野：植物分子生物学

キーワード：アブシシン酸 乾燥ストレス シロイヌナズナ リン酸化 プロテオーム

1. 研究開始当初の背景

アブシシン酸 (ABA) は、植物の環境応答や種子成熟に重要な植物ホルモンである。ABA シグナル伝達系の主要部は、受容体 (PYR/PYL)、タンパク質脱リン酸化酵素 (PP2C) およびタンパク質リン酸化酵素 (SnRK2) から構成されている (図1)。この経路では、SnRK2 と呼ばれるタンパク質リン酸化酵素 (キナーゼ) が活性化し、様々なタンパク質をリン酸化して ABA 応答を誘導する。申請者は、これまでに ABA シグナル伝達における SnRK2 の役割を明らかにするなど、タンパク質のリン酸化を中心に研究を展開してきた。

申請者らは、これまでに SnRK2 周辺のシグナル伝達機構をさらに明らかにする目的で、SnRK2 と相互作用するタンパク質を解析してきた。その過程で、複数の機能未知な Raf 型キナーゼを同定した。また、その一つである Raf36 が SnRK2 と相互作用し、ABA 応答を負に制御することを見出した。そこで、Raf36 やその近縁遺伝子群について逆遺伝学的解析および生化学的解析を進めることで、ABA シグナル伝達系における SnRK2-Raf 複合体の機能を明らかにするとともに、ABA 応答の中核因子である SnRK2 の活性を制御する新規なメカニズムを解明し、植物の環境応答における SnRK2-Raf 複合体の重要性を提唱することを目指した。

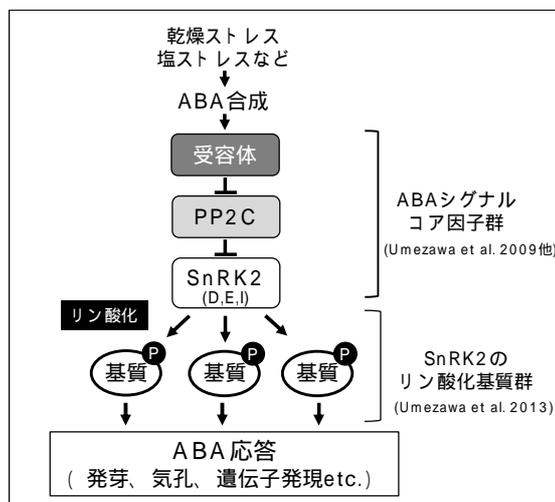


図1 植物のABAシグナル伝達の基本モデル

2. 研究の目的

本研究の目的は、SnRK2 と相互作用する複数の Raf 型キナーゼの機能を明らかにすることである。Raf 型キナーゼに着目したきっかけは、申請者らがリン酸化プロテオーム解析による SnRK2 の基質探索を行った際に、MAPK が検出されたことであった。この結果を受けて、SnRK2 と MAPK カスケードの関係を調べるため、シロイヌナズナに 80 種存在する MAPKKK 群を調べた。相互作用に基づいたスクリーニングを行う目的で、コムギ胚芽抽出液の *in vitro* 翻訳系で MAPKKK を合成して Alpha screen 法によって分析したところ、相互作用因子として同定されたのはいずれも Raf 型キナーゼで、その中の一つが Raf36 であった。遺伝子破壊株を単離したところ、ABA 高感受性を示したことから、Raf36 が ABA 応答を負に制御する可能性が示された。同じグループ C の Raf22 も Raf36 と同様の機能を持つことが示唆されており、機能的冗長性が認められる (図3)。さらに研究を進めており、Raf36 および Raf22 が SnRK2 によるリン酸化を受けることや (図3)、SnRK2 の活性制御においてネガティブフィードバックループを形成することなどを明らかにしつつある。以上のことから、グループ C Raf は ABA シグナル伝達の中核経路の中で、SnRK2 と直接的に関係する新規の制御機構を構成している可能性がある。この点を明らかにすることが、本研究の「学術的な問い」であり目的であった。

3. 研究の方法

申請者らは、ABA シグナルの主要因子 SnRK2 と複数のグループ C Raf が関係する証拠を得ていたため、これらの Raf の ABA 応答における生理機能を明らかにするため、逆遺伝学的解析を行った。すでに Raf36 および Raf22 については、機能的冗長性があり、ABA 応答を負に制御することがわかっていた。他のグループ C Raf も機能的冗長性を持つ可能性があるため、掛合せあるいは CRISPR/Cas9 を用いて多重変異体を作成した。その後、ABA 応答に関する表現型 (発芽試験、乾燥耐性および気孔閉鎖等) を解析し、グループ C Raf ファミリーによる ABA 応答の制御範囲を推定した。

SnRK2 とグループ C Raf の相互作用の詳細を明らかにするため、酵母ツーハイブリッド (Y2H) 法や Alpha screen 法による解析を行うとともに、生体内での相互作用の確認として BiFC 法や共免疫沈降法を用いて解析を行った。また、相互作用部位を解析するため、SnRK2 および Raf のタンパク質断片を作成し、相互作用ドメインを決定した。

SnRK2 と Raf の関係を明らかにするために、SnRK2 と Raf を用いて *in vitro* リン酸化分析を行った。キナーゼ同士で *in vitro* リン酸化反応を行うときには、自己リン酸化による影響を除くためにどちらか一方を不活化しておかなければならないので、SnRK2 および Raf の kinase-dead form を作成した。

次に、Raf の上流および下流因子について検討した。まず、Raf の上流因子について、Raf をベイトとした酵母ツーハイブリッド法や共免疫沈降法を用いて、相互作用タンパク質を探索した。Raf がリン酸化する下流因子については、リン酸化タンパク質の網羅的解析、すなわちリン酸化プロテオーム解析が有効である。シロイヌナズナ野生型、およびグループ C Raf の多重変異体や形質転換植物を用いてタンパク質を抽出し、トリプシンで消化した後、酸化金属クロマトグラフィー法によってリン酸化ペプチドを濃縮する。得られたサンプルを質量分析計で解析し、Raf の標的タンパク質群を同定した。

4. 研究成果

Raf36 は、ABA シグナル伝達系の主要因子である SnRK2 と相互作用するタンパク質として同定された。したがって、Raf36 は植物の ABA 応答に関与することが示唆されたため、遺伝子破壊株を単離して

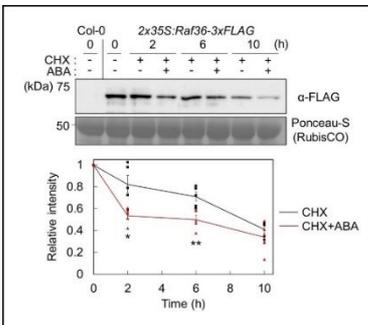


図3 Raf36はABA依存的に分解される

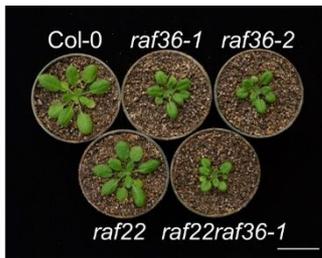


図4 Raf36遺伝子破壊株の表現型

において様々なタンパク質をリン酸化していることが明らかとなった。

以上の結果から、ABA は SnRK2 キナーゼを介して Raf36 の分解を調節していることや、Raf36 が植物の生長を促進する働きを持つことが明らかとなった。では、植物において SnRK2 と Raf36 が協調して働くことにどのような意味があるのだろうか？通常条件下では、植物はエネルギーの大部分を生長に使っているが、乾燥ストレスを受けるとそのエネルギーをストレス応答に分配する必要がある。Raf36 が分解されると生長が抑制されるので、エネルギー分配のバランスをよりストレス応答に傾けることが可能になる。つまり、SnRK2 による Raf36 の制御は、劣悪な生育条件において積極的に生長を抑制し、ストレス応答を強化していると考えられる (図5)。

以上の研究成果は、2021年7月に米国科学アカデミー紀要 (PNAS) に掲載されるとともに、東京農工大学からプレスリリースが出された。

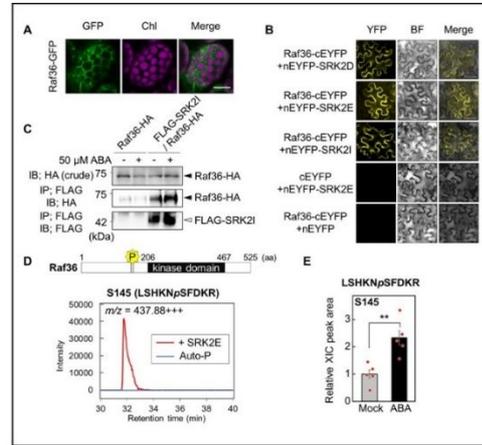


図2 SnRK2はRaf36と相互作用し、リン酸化する A Raf36の細胞内局在、B SnRK2とRaf36のBiFC解析、C SnRK2とRaf36の免疫沈降解析、D Raf36のリン酸化部位の質量分析、E ABA処理によるRaf36のリン酸化

表現型解析を行った。また、Raf36 と近縁な Raf22 についても同様の解析を行った。その結果、Raf36 や Raf22 遺伝子破壊株では、ABA 存在下における発芽遅延や ABA 応答性遺伝子が過剰に発現誘導されるなど、顕著な ABA 高感受性を示した。したがって、Raf36 および Raf22 は植物の ABA 応答を負に制御することがわかった。

Raf36 と SnRK2 との関係を詳細に調べたところ、Raf36 と SnRK2 が植物細胞内で相互作用していることや、SnRK2 が Raf36 を直接リン酸化することが明らかとなった (図2)。同様の結果が、Raf22 を用いた実験でも得られた。したがって、Raf36 および Raf22 は ABA 存在下で SnRK2 によってリン酸化修飾を受けることがわかった。

さらに解析を進めたところ、Raf36 は ABA 存在下で分解されることを見出した。さらに、Raf36 が SnRK2 によってリン酸化されると、分解が促進されることがわかった。したがって、Raf36 はストレスのない通常条件下において何らかの機能を果たしており、ABA 存在下では分解されてその機能を失うタンパク質であることが示唆された (図3)。

このことを裏付けるように、Raf36 の遺伝子破壊株はストレスのない通常条件で生育させた際に、野生型に比べて個体サイズが小さくなる表現型を示した (図4)。また、Raf36 のリン酸化基質を調べるためにリン酸化プロテオーム解析を行って、野生型と Raf36/22 遺伝子破壊株を比較したところ、Raf36 は通常条件下に

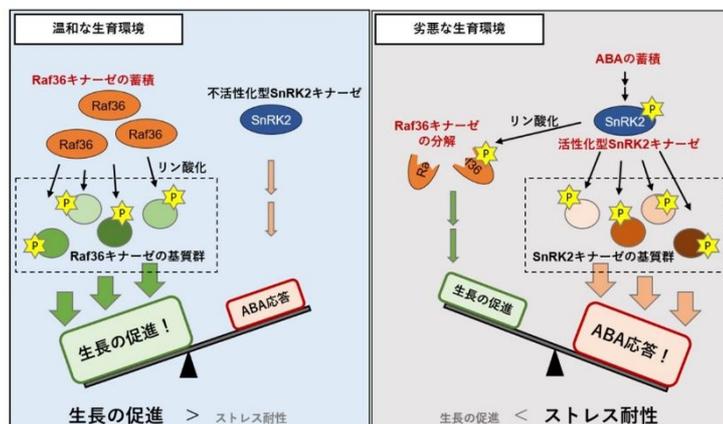


図5 SnRK2-Raf36モジュールはストレス応答と生長のバランスを調節する

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 5件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Yamashita Kota, Umezawa Taishi	4. 巻 2462
2. 論文標題 Phosphoproteomic Approaches to Evaluate ABA Signaling	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 163 ~ 179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-2156-1_13	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 Kamiyama Yoshiaki, Katagiri Sotaro, Umezawa Taishi	4. 巻 10
2. 論文標題 Growth Promotion or Osmotic Stress Response: How SNF1-Related Protein Kinase 2 (SnRK2) Kinases Are Activated and Manage Intracellular Signaling in Plants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 1443 ~ 1443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants10071443	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 Kamiyama Yoshiaki, Hirofumi Misaki, Ishikawa Shinnosuke, Minegishi Fuku, Katagiri Sotaro, Rogan Conner J., Takahashi Fuminori, Nomoto Mika, Ishikawa Kazuya, Kodama Yutaka, Tada Yasuomi, Takezawa Daisuke, Anderson Jeffrey C., Peck Scott C., Shinozaki Kazuo, Umezawa Taishi	4. 巻 118
2. 論文標題 Arabidopsis group C Raf-like protein kinases negatively regulate abscisic acid signaling and are direct substrates of SnRK2	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2100073118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2100073118	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 Islam Mousona, Inoue Takumi, Hiraide Mayuka, Khatun Nobiza, Jahan Akida, Kuwata Keiko, Katagiri Sotaro, Umezawa Taishi, Yotsui Izumi, Sakata Yoichi, Takezawa Daisuke	4. 巻 185
2. 論文標題 Activation of SnRK2 by Raf-like kinase ARK represents a primary mechanism of ABA and abiotic stress responses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 533 ~ 546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiaa046	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 Islam Mousona, Inoue Takumi, Hiraide Mayuka, Khatun Nobiza, Jahan Akida, Kuwata Keiko, Katagiri Sotaro, Umezawa Taishi, Yotsui Izumi, Sakata Yoichi, Takezawa Daisuke	4. 巻 185
2. 論文標題 Activation of SnRK2 by Raf-like kinase ARK represents a primary mechanism of ABA and abiotic stress responses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 533 ~ 546
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiaa046	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 Matsuoka Shoko, Sato Karin, Maruki-Imamura Riyo, Noutoshi Yoshiteru, Okabe Takayoshi, Kojima Hirotatsu, Umezawa Taishi	4. 巻 537
2. 論文標題 Identification of novel compounds that inhibit SnRK2 kinase activity by high-throughput screening	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 57 ~ 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.12.046	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 Kamal Md Mostafa, Ishikawa Shinnosuke, Takahashi Fuminori, Suzuki Ko, Kamo Masaharu, Umezawa Taishi, Shinozaki Kazuo, Kawamura Yukio, Uemura Matsuo	4. 巻 21
2. 論文標題 Large-Scale Phosphoproteomic Study of Arabidopsis Membrane Proteins Reveals Early Signaling Events in Response to Cold	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 8631 ~ 8631
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21228631	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 Katsuta Shohei, Masuda Goro, Bak Hyeokjin, Shinozawa Akihisa, Kamiyama Yoshiaki, Umezawa Taishi, Takezawa Daisuke, Yotsui Izumi, Taji Teruaki, Sakata Yoichi	4. 巻 103
2. 論文標題 Arabidopsis Raf like kinases act as positive regulators of subclass III SnRK2 in osmostress signaling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 634 ~ 644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14756	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 Katsuta Shohei, Masuda Goro, Bak Hyeokjin, Shinozawa Akihisa, Kamiyama Yoshiaki, Umezawa Taishi, Takezawa Daisuke, Yotsui Izumi, Taji Teruaki, Sakata Yoichi	4. 巻 in press
2. 論文標題 Arabidopsis Raf like kinases act as positive regulators of subclass III SnRK2 in osmostress signaling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Plant Journal	6. 最初と最後の頁 epub
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/tpj.14756	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 Ishikawa Shinnosuke, Barrero Jose M, Takahashi Fuminori, Nakagami Hirofumi, Peck Scott C, Gubler Frank, Shinozaki Kazuo, Umezawa Taishi	4. 巻 60
2. 論文標題 Comparative Phosphoproteomic Analysis Reveals a Decay of ABA Signaling in Barley Embryos during After-Ripening	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 2758 ~ 2768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcz163	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 Barrero Jose M., Dorr Marie M., Talbot Mark J., Ishikawa Shinnosuke, Umezawa Taishi, White Rosemary G., Gubler Frank	4. 巻 29
2. 論文標題 A role for PM19-Like 1 in seed dormancy in Arabidopsis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Seed Science Research	6. 最初と最後の頁 184 ~ 196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S0960258519000151	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 Shinozawa Akihisa, Otake Ryoko, Takezawa Daisuke, Umezawa Taishi, Komatsu Kenji, Tanaka Keisuke, Amagai Anna, Ishikawa Shinnosuke, Hara Yurie, Kamisugi Yasuko, Cuming Andrew C., Hori Koichi, Ohta Hiroyuki, Takahashi Fuminori, Shinozaki Kazuo, Hayashi Takahisa, Taji Teruaki, Sakata Yoichi	4. 巻 2
2. 論文標題 SnRK2 protein kinases represent an ancient system in plants for adaptation to a terrestrial environment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 epub
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-019-0281-1	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 Ishikawa Shinnosuke, Barrero Jose, Takahashi Fuminori, Peck Scott, Gubler Frank, Shinozaki Kazuo, Umezawa Taishi	4. 巻 20
2. 論文標題 Comparative Phosphoproteomic Analysis of Barley Embryos with Different Dormancy during Imbibition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 451 ~ 451
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms20020451	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

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 大堀祐輔, 江副晃洋, 花田耕介, 松下智直, 鈴木穰, 梅澤泰史
2. 発表標題 シロイヌナズナにおけるSnRK2依存的なABA応答転写開始点変化の大規模解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第63回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 李揚丹, 峯岸芙有子, 田村由貴, 片桐壮太郎, 神山佳明, 梅澤泰史
2. 発表標題 シロイヌナズナのアブシジン酸応答におけるMBD10の機能解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第63回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山下昂太, 三枝瑞季, 梅澤泰史
2. 発表標題 シロイヌナズナABA非感受変異体abi1-1を用いた比較リン酸化プロテオーム解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第63回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片桐壮太郎, 神山佳明, 鈴木梨沙, 梅澤泰史
2. 発表標題 植物の長期乾燥ストレスに対する生存戦略に関するSNS1の解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第63回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅澤泰史
2. 発表標題 "SnRK2キナーゼによる植物の乾燥ストレス応答と生長制御機構 "
3. 学会等名 第44回日本分子生物学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李揚丹, 峯岸芙有子, 田村由貴, 片桐壮太郎, 神山佳明, 梅澤泰史
2. 発表標題 シロイヌナズナの ABA 応答におけるMBD10 の機能解析
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 神山佳明, 廣谷美咲, 石川慎之祐, 峯岸芙有子, 片桐壮太郎, Conner Rogan, 高橋史憲, 野元美佳, 石川一也, 児玉豊, 多田安臣, 竹澤大輔, Jeffrey Anderson, Scott Peck, 篠崎一雄, 梅澤泰史
2. 発表標題 シロイヌナズナの ABA 応答におけるグループ C Raf 型タンパク質リン酸化酵素 Raf36 の機能解析
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 片桐壮太郎, 神山佳明, 鈴木梨沙, 梅澤泰史
2. 発表標題 植物ホルモンのアブシジン酸による機能未知タンパク質 SNS1を介した生長制御の解析
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 大堀祐輔, 江副晃洋, 花田耕介, 松下智直, 鈴木穰, 梅澤泰史
2. 発表標題 シロイヌナズナにおけるABA 依存的な転写開始点変化の大規模解析
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 松岡頌子, 佐藤花繪, 今村理世, 能年義輝, 岡部隆義, 小島宏建, 梅澤泰史
2. 発表標題 化合物スクリーニングによるSnRK2活性阻害剤の探索
3. 学会等名 日本植物生理学会第62回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 片桐壮太郎, 神山佳明, 鈴木梨沙, 梅澤泰史
2. 発表標題 開花時期の調節におけるSnRK2 substrate1の機能解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第62回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大堀祐輔, 江副晃洋, 花田耕介, 松下智直, 鈴木穰, 梅澤泰史
2. 発表標題 ABA依存的な転写開始点変化の大規模解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第62回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神山佳明, 廣谷美咲, 石川慎之祐, 峯岸芙有子, Conner Rogan, 片桐壮太郎, 高橋史憲, 野元美佳, 石川一也, 児玉豊, 多田安臣, 竹澤大輔, Jeffrey Anderson, Scott Peck, 篠崎一雄, 梅澤泰史
2. 発表標題 シロイヌナズナのABA応答を負に制御するグループC Raf型タンパク質リン酸化酵素の機能解析
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 片桐壮太郎, 神山佳明, 鈴木梨沙, 梅澤泰史
2. 発表標題 SnRK2 substrate1 による開花制御メカニズムの解析
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 松岡頌子, 佐藤花繪, 今村理世, 能年義輝, 岡部隆義, 梅澤泰史
2. 発表標題 SnRK2プロテインキナーゼの活性を指標とした化合物スクリーニング
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 神山佳明、廣谷美咲、峯岸芙有子、野元美佳、多田安臣、坂田洋一、竹澤大輔、Scott Peck、梅澤泰史
2. 発表標題 ABAシグナル伝達の主要経路に関わるグループC Raf型タンパク質リン酸化酵素の機能解析
3. 学会等名 日本植物生理学会第60回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松岡頌子、今村理世、能年義輝、岡部隆義、梅澤泰史
2. 発表標題 Screening of chemical compounds for activating SnRK2
3. 学会等名 日本植物生理学会第60回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神山佳明、廣谷美咲、峯岸芙有子、野元美佳、多田安臣、坂田洋一、竹澤大輔、Scott Peck、梅澤泰史
2. 発表標題 アブシジン酸応答に関わるグループC Raf型タンパク質リン酸化酵素の機能解析
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 松岡頌子、佐藤花繪、今村理世、能年義輝、岡部隆義、梅澤泰史
2. 発表標題 アブシジン酸応答に関与するSnRK2プロテインキナーゼの活性阻害剤のスクリーニング
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 片桐壮太郎、鈴木梨沙、飯泉沙良、石塚梢、神山佳明、梅澤泰史
2. 発表標題 SnRK2-substrate 1は植物の開花期制御に関与する
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会
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
---------	---------