

令和 6 年 7 月 5 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H03092

研究課題名（和文）植物の遺伝的多様性から気候変動に適応するためのメカニズムを理解する

研究課題名（英文）Dissecting the mechanisms underlying natural variation in abiotic stress tolerance of plants to adapt climate change

研究代表者

太治 輝昭 (Taji, Teruaki)

東京農業大学・生命科学部・教授

研究者番号：60360583

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,200,000円

研究成果の概要（和文）：シロイヌナズナ野生系統間に見られる浸透圧耐性の遺伝的多様性から植物のストレス適応メカニズムを理解することを目的に、(1) 塩馴化後浸透圧耐性欠損株の単離と解析、(2) 高温耐性多様性を制御する遺伝子座の同定、(3) 長期高温耐性欠損株の単離と解析を実施した。特に、浸透圧ストレス、あるいは高温ストレスに対して高感受性を示す突然変異株の原因遺伝子同定により、シロイヌナズナの浸透圧や高温ストレス応答機構の一端を明らかにすることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球温暖化の影響により世界中で干ばつ（乾燥）・塩害・日照り（高温）が多発しており、農業生産に甚大な被害が生じている。本研究でそれらのストレス耐性に重要な遺伝子に加えて、見出した遺伝子の1つは植物の様々な環境ストレス耐性を向上させることから、干ばつや温度上昇など幅広い環境変動に適応する作物育種への応用が期待される。

研究成果の概要（英文）：To elucidate the mechanisms underlying natural variation in osmotic or heat stress tolerance among *Arabidopsis thaliana* accessions, we (1) analyzed acquired osmotolerance defective (aod) mutants, (2) identified loci responsible for the difference in long-term among accessions, and (3) isolated and analyzed sensitive to long-term heat (sloh) mutants. We have elucidated the mechanisms of osmotic or heat stress response in *Arabidopsis* by identifying the genes responsible for mutants that are hypersensitive to osmotic or heat stress.

研究分野：植物分子遺伝学

キーワード：シロイヌナズナ 野生系統 多様性 浸透圧耐性 高温耐性

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

植物が同じ種内でもストレス耐性を持つ植物と持たない植物に分かれてきた進化的要因や、その背景でどんな遺伝子が働いているのかに関しては多くが不明である。これまでにシロイヌナズナの実験系統、Col-0 をモデルとして、多くの環境ストレス耐性に関する分子レベルの知見が蓄積してきた。一方、シロイヌナズナ野生系統 (accession) 間に見られる耐性の多様性が、既知メカニズムで説明できるのか、あるいは独自のメカニズムによって得られているのか、ほとんど明らかにされていない。申請者は数百種類のシロイヌナズナ accession を利用して浸透圧耐性や高温耐性の多様性に関する研究を行ってきた。浸透圧耐性については、多様性を決定する鍵遺伝子の同定に成功したものの、その耐性獲得メカニズムは未解明のままである (Ariga *et al.*, 2017 *Nature Plants*)。また高温耐性の多様性については、その鍵遺伝子と耐性メカニズムともに不明であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、シロイヌナズナ accession 間に見られる浸透圧耐性および高温耐性の遺伝的多様性から植物のストレス適応メカニズムを理解することを目的とし、以下の課題に取り組んだ。

- (1) 塩馴化後浸透圧耐性欠損株の単離と解析
- (2) 高温耐性多様性を制御する遺伝子座の同定
- (3) 長期高温耐性欠損株の単離と解析

### 3. 研究の方法

- (1) 塩馴化後浸透圧耐性欠損株の単離と解析

塩馴化後浸透圧耐性メカニズムの解明を目的に、塩馴化後浸透圧耐性 accession, Bu-5 種子にイオンビーム照射した M2 種子を用いて塩馴化後浸透圧耐性欠損株のスクリーニングを進めた。これまでに約 50,000 粒の M2 種子から十数個の塩馴化後浸透圧耐性欠損株 (*acquired osmotolerance defective, aod* 変異株) の単離に成功した。これらの原因遺伝子の同定を進め、塩馴化後浸透圧耐性への関与を明らかにすることとした。

- (2) 高温耐性多様性を制御する遺伝子座の同定

シロイヌナズナ 170 accession を用いた高温耐性評価により、耐性を示す Da(1)-12 と感受性を示す Ei-2 を見出した。原因遺伝子座の同定するために、Ei-2 に Da(1)-12 を 5 回掛け戻した Near Isogenic Lines (NILs) を作成することにより原因遺伝子座を絞り込み、当該遺伝子座における Ei-2 と Da(1)-12 間に存在する遺伝子多型をゲノムシーケンスにより明らかにすることとした。

- (3) 長期高温耐性欠損株の単離と解析

シロイヌナズナ accession を用いて長期的な高温ストレスに対する耐性評価を実施した結果、実験系統 Col-0 は、シロイヌナズナ accession 間において長期高温ストレスに比較的耐性を示す accession であった。これまでに Col-0 由来の高温感受性変異株の単離およびその原因遺伝子同定について報告はあるものの、その数は限られており、未同定の高温耐性寄与遺伝子が存在すると考えられた。そこで長期高温耐性メカニズムの解明を目的に、Col-0 種子を EMS 処理により突然変異を誘発させた M2 種子を用いて長期高温感受性変異株のスクリーニングを行い、得られた突然変異株の原因遺伝子同定と、その機能解析を行うことで、シロイヌナズナの長期高温耐性メカニズムの解明を試みた。

### 4. 研究成果

- (1) 塩馴化後浸透圧耐性欠損株の単離と解析

- ① *acquired osmotolerance defective 13 (aod13)* 変異株の解析

塩馴化後浸透圧耐性を欠損した *aod13* の原因遺伝子を同定した結果、AOD13 は二重特異性リン酸化酵素 MAP KINASE PHOSPHATASE1 (MKP1) をコードしており、MKP1 は MITOGEN-ACTIVATED PROTEIN KINASE3/6 (MPK3/6) を負に制御していることがわかった。浸透圧ストレス下において、*aod13* では免疫応答遺伝子が強く誘導された一方、野生型では誘導されなかった。免疫応答の重要な遺伝子として知られる PAD4 の影響を調べる目的で、*pad4 aod13* 二重欠損株を作出したところ、*pad4 aod13* 植物は浸透圧耐性を回復しなかったことから、PAD4 とは独立した免疫の活性化が *aod13* を浸透圧ストレスに感受性にすることが示唆された。これらの知見は、AOD13 (すなわち MKP1) が、MPK3/6 によって活性化される PAD4 非依存的免疫応答を抑制することによって、浸透圧耐性を促進することを示唆した (Uchida *et al.*, 2022 *Plant Physiology*)。

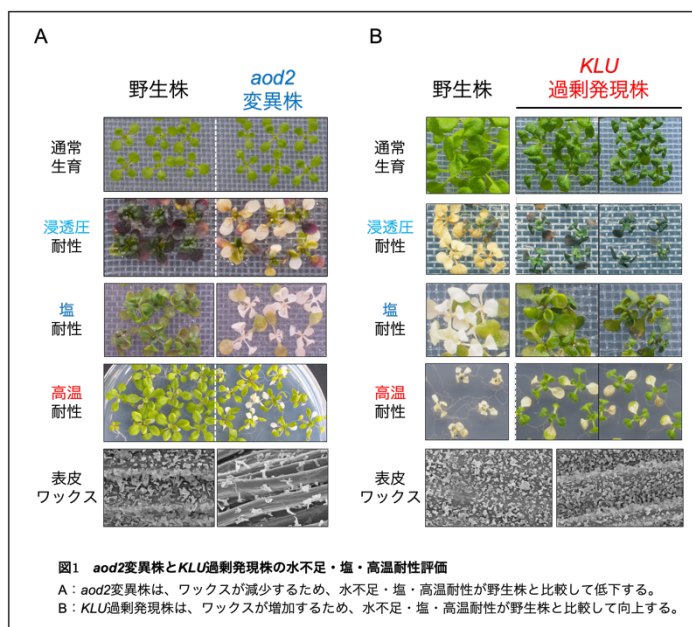
- ② *acquired osmotolerance defective 2 (aod2)* 変異株の解析

*aod2* 変異株は野生株と比較して、浸透圧・塩・高温と幅広いストレス耐性が損なわれてた (図

1A)。その原因遺伝子を特定したところ、極長鎖脂肪酸合成に寄与するエノイル-CoA 還元酵素をコードする *CER10* 遺伝子であった。植物は乾燥や外部からの物理刺激から身を守るために、葉・根・茎をはじめとする植物体全身がクチクラワックス（以後、ワックス）で覆われている。*aod2* 変異株は野生株と比較してワックスが著しく減少していた。

一方、数百の遺伝子を個別に過剰発現させたシロイヌナズナのトランスジェニック植物系統より、浸透圧耐性が向上したトランスジェニック植物系統のスクリーニングを行った結果、酸化還元酵素のシトクロム P450 をコードする *KLU* 遺伝子を過剰発現させた植物（以後、*KLU* 過剰発現株）が、浸透圧・塩・高温耐性を著しく向上させた（図 1B）。*KLU* 過剰発現株の葉が野生型と比較して明らかな光沢を示すことから、電子顕

微鏡にて植物体表面のワックス構造を確認したところ、野生株と比較して高次なワックス構造を有していた。そこでワックス構成成分である長鎖・極長鎖脂肪酸を定量した結果、野生株と比較して、*aod2* 変異株では減少し、逆に *KLU* 過剰発現株では増加していることが明らかとなった。またタンパク質の三次元構造予測モデルより、*KLU* は長鎖脂肪酸を基質とし得ることが示唆された。以上の結果より、植物の乾燥・塩・高温耐性にワックスが必須であること、さらに *KLU* 遺伝子の発現調節によりワックスを増加させて植物の浸透圧・塩・高温耐性を増強できることが明らかになった (Fukuda et al., 2022 *Frontiers in Plant Science*; Kajino et al., 2022 *Frontiers in Plant Science*)。



## (2) 高温耐性多様性を制御する遺伝子座の同定

シロイヌナズナ 170 accession を用いて長期高温に対する耐性評価を実施したところ、その耐性に大きな多様性が認められた一方、Genome-wide association study (GWAS) では有意な相関を示す SNP は検出されず、この高温耐性については、accession により寄与する遺伝子座が異なる、あるいは複数の遺伝子座が耐性に関与することが示唆された。そこで比較的耐性を示した Col-0 と高感受性を示す Ms-0 を用いて遺伝学的解析に供した結果、その耐性の違いを決定する *Long-term Heat Tolerance1 (LHT1)* の同定に成功した。LHT1 は RNA 結合タンパク質をコードしていたため、長期高温条件下における転写後調節への関与が考えられた。

## (3) 長期高温耐性欠損株の単離と解析

### ① シロイヌナズナの長期高温耐性における活性酸素消去系の寄与

シロイヌナズナにおける長期高温耐性メカニズムの解明を目的に、様々な生理学的試験を実施した結果、短期高温ストレス下では  $H_2O_2$  の蓄積増加は認められないものの、長期高温ストレス下では経時的に  $H_2O_2$  が蓄積したことから、長期高温ストレス時に ROS 消去が重要であることが示唆された。ROS 消去に関わる抗酸化酵素をコードする遺伝子のうち、どの遺伝子が長期あるいは短期高温耐性に寄与するのかを調べるために、Col-0 の抗酸化酵素遺伝子 T-DNA 挿入変異株を長期・短期高温耐性試験に供した。その結果、*CATALASE2 (CAT2)* 遺伝子変異株が短期高温ストレスに対しては野生株と同程度の耐性を示すにもかかわらず、長期高温ストレスに高感受性を示すこと、*CAT2* 遺伝子が長期高温ストレス下で発現上昇したことから、*CAT2* が長期高温ストレス耐性に重要であることが明らかとなった (Ono et al., 2020 *Biochemical and Biophysical Research Communications*)。

### ② sensitive to long-term heat 4 (sloh4) 変異株の解析

長期的高温応答に寄与する遺伝子の同定を目的に、長期高温耐性が欠損した、*sensitive to long-term heat (sloh)* 変異株を複数単離した。得られた変異株の原因遺伝子同定とその機能解析を進めた結果、*sensitive to long-term heat 4 (sloh4)* と名付けた変異株の原因遺伝子同定に成功した。当該遺伝子は小胞体-ゴルジ体間のタンパク質輸送に関わる遺伝子であり、*sloh4* 変異株では、高温ストレス下で小胞体 (ER) ストレスの亢進が認められた。この結果より、植物の長期高温ストレス下において、ER ストレスを誘導しないように小胞体-ゴルジ体間のタンパク質輸送を正常に保つことが重要であると示唆された (Isono et al., 2021 *Plant Cell Physiology*)。

### ③ sensitive to long-term heat 5 (sloh5) 変異株の解析

長期高温耐性が欠損した、*sensitive to long-term heat 5 (sloh5)* 変異株の原因遺伝子を同定した結果、原因遺伝子の *SLOH5* は *ELONGATED MITOCHONDRIAL 1 (ELM1)* と同一であり、*ELM1* はダイナミン関連タンパク質 *DRP3A* および *DRP3B* と共同でミトコンドリア分裂に重要な役割を担っていることが明らかになった。*ELM1*、*DRP3A*、*DRP3B* 遺伝子は長期高温ストレスにより誘導され、*drp3a drp3b* 二重変異体は *sloh4/elm1* 同様、長期高温ストレスに高感受性であった。また *sloh5* 変異体では、ミトコンドリアが数珠状に繋がる形態異常を示し、長期高温ストレスが *sloh5* のミトコンドリア機能障害を誘引し、細胞死を示すことが明らかとなった。さらに、ミトコンドリアのミオシン ATPase 阻害剤で処理した野生株が長期高温ストレスに高感受性を示したことから、シロイヌナズナの長期高温耐性には、ミトコンドリアの分裂と機能が重要であることが示唆された (Tsukimoto et al., 2022 Plant Cell Physiology)。

<引用文献>

- ① Ariga et al., NLR locus-mediated trade-off between abiotic and biotic stress adaptation in Arabidopsis. Nature Plants 2017; 26; 3: 17072. doi: 10.1038/nplants.2017.72.
- ② Uchida et al., MAP KINASE PHOSPHATASE1 promotes osmotolerance by suppressing PHYTOALEXIN DEFICIENT4-independent immunity. Plant Physiology, 2022; 189(2):1128-1138. doi: 10.1093/plphys/kiac131.
- ③ Fukuda et al., *ECERIFERUM 10* encoding an enoyl-CoA reductase plays a crucial role in osmotolerance and cuticular wax loading in Arabidopsis. Frontiers in Plant Science, 2022; 13:898317. doi: 10.3389/fpls.2022.898317
- ④ Kajino et al., *KLU/CYP78A5*, a cytochrome P450 monooxygenase identified via FOX hunting, contributes to cuticle biosynthesis and improves various abiotic stress tolerances. Frontiers in Plant Science, 2022; 13:904121. doi: 10.3389/fpls.2022.904121
- ⑤ Ono et al., *CATALASE2* plays a crucial role in long-term heat tolerance of Arabidopsis thaliana. Biochem Biophys Res Commun. 2021; 534: 747-751. doi: 10.1016/j.bbrc.2020.11.006.
- ⑥ Isono et al., An ER-Golgi tethering factor *SLOH4/MIP3* is involved in long-term heat tolerance of Arabidopsis. Plant and Cell Physiology 2021 62(2): 272-279. doi: 10.1093/pcp/pcaa157.
- ⑦ Tsukimoto et al., Mitochondrial fission complex is required for long-term heat tolerance of Arabidopsis. Plant and Cell Physiology, 2022; 63(3): 296-304. doi: 10.1093/pcp/pcab171.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Sk R, Miyabe MT, Takezawa D, Yajima S, Yotsui I, Taji T, Sakata Y	4. 巻 637
2. 論文標題 Targeted in vivo mutagenesis of a sensor histidine kinase playing an essential role in ABA signaling of the moss <i>Physcomitrium patens</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochem Biophys Res Commun	6. 最初と最後の頁 93 - 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2022.11.009	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 Kajino T, Yamaguchi M, Oshima Y, Nakamura A, Narushima J, Yaguchi Y, Yotsui I, Sakata Y, Taji T	4. 巻 13
2. 論文標題 KLU/CYP78A5, a cytochrome P450 monooxygenase identified via FOX hunting, contributes to cuticle biosynthesis and improves various abiotic stress tolerances	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1 - 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.904121	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 Fukuda N, Oshima Y, Ariga H, Kajino T, Koyama T, Yaguchi Y, Yotsui I, Sakata Y, Taji T	4. 巻 13
2. 論文標題 ECERIFERUM 10 encoding an enoyl-CoA reductase plays a crucial role in osmotolerance and cuticular wax loading in <i>Arabidopsis</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1 - 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2022.898317	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 Miao Y, Xun Q, Teruaki Taji T, Tanaka K, Yasuno N, Ding C, and Kyozyuka J	4. 巻 189
2. 論文標題 ABERRANT PANICLE ORGANIZATION2 controls multiple steps in panicle formation through common direct target genes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 2210 - 2226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiac216	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 Uchida K, Yamaguchi M, Kanamori K, Ariga H, Isono K, Kajino T, Tanaka K, Saijo Y, Yotsui I, Sakata Y and Taji T	4. 巻 189
2. 論文標題 MAP KINASE PHOSPHATASE1 promotes osmotolerance by suppressing PHYTOALEXIN DEFICIENT4-independent immunity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Physiology	6. 最初と最後の頁 1128 - 1138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/plphys/kiac131	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 Uchida Kohei, Yamaguchi Masahiro, Kanamori Kazuki, Ariga Hirota, Isono Kazuho, Kajino Takuma, Tanaka Keisuke, Saijo Yusuke, Yotsui Izumi, Sakata Yoichi, Taji Teruaki	4. 巻 -
2. 論文標題 MAP KINASE PHOSPHATASE1 promotes osmotolerance by suppressing PHYTOALEXIN DEFICIENT4-independent immunity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Plant Physiology	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) 10.1093/plphys/kiac131	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 Tsukimoto Ryo, Isono Kazuho, Kajino Takuma, Iuchi Satoshi, Shinozawa Akihisa, Yotsui Izumi, Sakata Yoichi, Taji Teruaki	4. 巻 63
2. 論文標題 Mitochondrial Fission Complex Is Required for Long-Term Heat Tolerance of Arabidopsis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	6. 最初と最後の頁 296 ~ 304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pcp/pcab171	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 Toriyama Tsukasa, Shinozawa Akihisa, Yasumura Yuki, Saruhashi Masashi, Hiraide Mayuka, Ito Shiori, Matsuura Hideyuki, Kuwata Keiko, Yoshida Mika, Baba Tadashi, Yotsui Izumi, Taji Teruaki, Takezawa Daisuke, Sakata Yoichi	4. 巻 32
2. 論文標題 Sensor histidine kinases mediate ABA and osmotic stress signaling in the moss Physcomitrium patens	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 164 ~ 175.e8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2021.10.068	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 Saijo Yusuke, Loo Eliza, Tajima Yuri, Yamada Kohji, Kido Shota, Hirase Taishi, Ariga Hirota, Fujiwara Tadashi, Tanaka Keisuke, Taji Teruaki, Somssich Imre, Parker Jane E	4. 巻 -
2. 論文標題 Recognition of microbe/damage-associated molecular patterns by leucine-rich repeat pattern recognition receptor kinases confers salt tolerance in plants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Plant-Microbe Interactions?	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) 10.1094/MPMI-07-21-0185-F1	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 太治輝昭、有賀裕剛	4. 巻 6
2. 論文標題 シロイヌナズナ野生系統を用いてストレス耐性の多様性を解明	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生物の科学 遺伝	6. 最初と最後の頁 526 ~ 532
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Isono Kazuho, Tsukimoto Ryo, Iuchi Satoshi, Shinozawa Akihisa, Yotsui Izumi, Sakata Yoichi, Taji Teruaki	4. 巻 -
2. 論文標題 An ER?Golgi Tethering Factor SLOH4/MIP3 Is Involved in Long-term Heat Tolerance of Arabidopsis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant and Cell Physiology	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) 10.1093/pcp/pcaa157	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 Ono Masaaki, Isono Kazuho, Sakata Yoichi, Taji Teruaki	4. 巻 534
2. 論文標題 CATALASE2 plays a crucial role in long-term heat tolerance of Arabidopsis thaliana	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 747 ~ 751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.11.006	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 Toriba T, Tokunaga H, Shiga T, Nie F, Naramoto S, Honda E, Tanaka K, Taji T, Itoh JI, Kyozyuka J.	4. 巻 10
2. 論文標題 BLADE-ON-PETIOLE genes temporally and developmentally regulate the sheath to blade ratio of rice leaves	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-08479-5	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 Shinozawa A, Otake R, Takezawa D, Umezawa T, Komatsu K, Tanaka K, Amagai A, Ishikawa S, Hara Y, Kamisugi Y, Cuming AC, Hori K, Ohta H, Takahashi F, Shinozaki K, Hayashi T, Taji T, Sakata Y.	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 1-13
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 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 梶野拓磨、内山佳織、有賀裕剛、篠澤章久、四井いずみ、坂田洋一、太治輝昭
2. 発表標題 耐塩性シロイヌナズナLch-0が有する耐塩性機構の遺伝学的解明
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森研人、田村将士、田中啓介、四井いずみ、坂田洋一、太治輝昭
2. 発表標題 核膜孔複合体は免疫応答を介して植物の浸透圧耐性に重要な役割を果たす
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 森研人、田村将士、田中啓介、四井いずみ、坂田洋一、太治輝昭
2. 発表標題 シロイヌナズナ塩馴化後浸透圧耐性獲得変異株aot19の原因遺伝子同定と解析
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋弥子、有賀裕剛、田中啓介、四井いずみ、坂田洋一、太治輝昭
2. 発表標題 浸透圧耐性シロイヌナズナaccessionから得られた塩馴化後浸透圧耐性欠損変異株aod10の遺伝学的解析
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金盛一起、西村浩二、有賀裕剛、佐藤雅彦、田中啓介、四井いずみ、坂田洋一、太治輝昭
2. 発表標題 CATION CALCIUM EXCHANGER4は浸透圧耐性を付与する
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口将弘、内田康平、有賀裕剛、田中啓介、四井いずみ、坂田洋一、太治輝昭
2. 発表標題 MKP1はシロイヌナズナの浸透圧ストレス耐性において正の役割を果たす
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 番場康介, 四井いずみ, 坂田洋一, 太治輝昭
2. 発表標題 シロイヌナズナの浸透圧耐性多様性に関する研究
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内山佳織, 伊藤佑, 四井いずみ, 坂田洋一, 太治輝昭
2. 発表標題 シロイヌナズナ耐塩性accessionの耐性メカニズム解析
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福田紀香, 小山隆, 有賀裕剛, 田中啓介, 四井いずみ, 坂田洋一, 太治輝昭
2. 発表標題 塩馴化後浸透圧耐性欠損変異株aod2の解析
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金盛一起, 小山隆, 有賀裕剛, 田中啓介, 四井いずみ, 坂田洋一, 太治輝昭
2. 発表標題 CATION CALCIUM EXCHANGER4の変異はNPR1を介した過剰な免疫応答により浸透圧耐性を損なう
3. 学会等名 日本植物生理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Teruaki Taji
2. 発表標題 Dissecting the genetic control of natural variation in abiotic stress tolerances among Arabidopsis thaliana accessions
3. 学会等名 ファイトジーンの可能性と未来XI (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masahiro Yamaguchi, Kouhei Uchida, Hirotaka Ariga, Keisuke Tanaka, Izumi Yotsui, Yoichi Sakata, Teruaki Taji
2. 発表標題 Functional analysis of acquired osmotolerance-defective mutant aod13
3. 学会等名 日本植物生理学会
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	有賀 裕剛  (Ariga Hirotaka)  (00849060)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・遺伝資源研究センター・研究員   (82111)	
研究分担者	西條 雄介  (Saijo Yusuke)  (50587764)	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授   (14603)	
研究分担者	土松 隆志  (Tsuchimatsu Takashi)  (60740107)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・准教授   (12601)	

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
研究分担者	星川 健  (Hoshikawa Ken)  (70634715)	国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・生物資源・ 利用領域・任期付研究員    (82104)	

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