

地球規模課題対応国際科学技術協力(SATREPS)

分野・領域

(生物資源分野 「生物資源の持続可能な生産・利用に資する
研究」領域)

課題・案件名

「地球環境劣化に対応した環境ストレス耐性作物の作出技術の開発」
(相手国:ブラジル)

終了報告書

期間 平成22年 3月～平成27年 3月

代表者氏名:中島 一雄

((独)国際農林水産業研究センター・生物資源・利用領域、
プロジェクト・リーダー)

§ 1 プロジェクト実施の概要

ブラジルではダイズが重要な作物となっているが、近年干ばつによって多大な被害を受けている。本研究では、シロイヌナズナなどのモデル植物を用いた環境ストレス耐性遺伝子群に関する研究成果や急激に進展しているダイズのゲノム解析技術を基盤として、乾燥などの環境ストレスに対する耐性獲得に関与するダイズの遺伝子群やその発現を制御するプロモーターを明らかにし、これらの遺伝子群やプロモーターをダイズに導入することで干ばつに強いダイズを作出する。さらに、圃場条件において乾燥ストレスに対する耐性などを評価し、耐性レベルが向上した形質転換系統を選抜することを目指す。

平成 21～23 年度は、シロイヌナズナを用いてシロイヌナズナのストレス耐性遺伝子の機能解析を行い、ダイズの相同遺伝子を同定した。また、ダイズオリゴマイクロアレイ(オリゴアレイ)を用いてダイズ遺伝子の発現解析を網羅的に行うとともに、ダイズゲノムの新たな情報を活かしたダイズオリゴアレイを作製して乾燥等のストレス誘導性遺伝子を同定した。さらに、選抜したストレス誘導性遺伝子のプロモーター領域を単離した。平成 24 年度はシロイヌナズナやダイズの有用遺伝子の機能解析を継続して進めた。また、単離したストレス誘導性プロモーターを用いたベクター系を構築して、有用遺伝子の発現系を開発した。さらに、これらのベクター系や単離同定した有用遺伝子を用いたコンストラクトを作製してブラジルに送った。ブラジルにおいてダイズへの遺伝子導入が実施された。そして、作出された組換えダイズを用いて、温室や圃場で生育や収穫、ストレス耐性試験等を行われた。さらに、ブラジルで作出した組換えダイズを日本に輸入して、導入遺伝子や耐性遺伝子の発現を解析することにより、ストレス耐性や生育との関係を解明するための研究を実施した。

研究には、日本側からは、国際農林水産業研究センター(JIRCAS)、理化学研究所、東京大学が参画して、それぞれストレス耐性、ストレス応答、ストレス受容に関する研究を担当した。これら3機関は、ダイズの干ばつ耐性を強化することが期待されるような有用遺伝子、プロモーターの機能解析、提供、ならびにブラジル側で遺伝子導入された組換えダイズを輸入し、遺伝子発現機構などを解析した。ブラジル側からは、ブラジル農牧研究公社(Embrapa)の大豆研究所(大豆研)が参画し、ダイズへの遺伝子導入(形質転換)、温室での耐性試験、圃場での耐性試験、農業形質の評価を実施した。ダイズの他の作物よりも形質転換が難しいため、本プロジェクトでは特に力を入れ、JIRCASの研究員がEmbrapa大豆研でアグロバクテリウム法によるダイズ形質転換技術の確立に向けた研究を実施した。

本プロジェクトの推進により、日本側研究グループからは次のような成果が得られた。JIRCASでは、ダイズのオリゴアレイによる網羅的遺伝子発現解析技術を確立した。また、ダイズの環境ストレス耐性を制御する転写因子 GmDREB1、GmAREB の機能を明らかにし、ストレス誘導性プロモーターを見出した。さらに、Embrapa大豆研から輸入した組換えダイズを解析し、導入遺伝子がダイズで機能することを明らかにした。理化学研究所では、ダイズのABA合成酵素GmNCEDの発現、機能を解明するとともに、メタボロームとトランスクリプトームの統合解析により、乾燥ストレス下におけるダイズの発現・代謝の特徴を明らかにした。東京大学では、ダイズの環境ストレス受容に関わるヒスチジンキナーゼGmHK、環境ストレス耐性を制御する転写因子GmDREB2、NF-YC10の機能を明らかにした。日本側からブラジル側研究機関Embrapa大豆研に有用遺伝子・プロモーターの組み合わせ(コンストラクト)16種類21コンストラクト(パーティクルガン用9コンストラクト、アグロバクテリウム用12コンストラクト)を送付した。

ブラジル側研究グループであるEmbrapa大豆研からは次のような成果が得られた。Embrapa大豆研に送られたコンストラクトは順次ダイズに導入され、遺伝子組換えダイズが作出された。これまでに4種類のコンストラクトから作出された遺伝子組換えダイズ系統において、温室レベルで乾燥耐性の向上が確認されている。これまでに実施した圃場試験においては、SAT5遺伝子を導入した系統において、干ばつ条件下での収量の向上が見られた。加えて草丈の伸長、晩生化、種子重量の増加といった形質も見られた。興味深い事に鱗翅目害虫に対する抵抗性も確認されており、非生物学的なストレスだけでなく、生物学的なストレスに対する抵抗性を持つ品種として期待される。他にも干ばつ耐性試験を終えていない組換えダイズ系統が残されており、これらの中にも有望な系統があることが期待される。引き続き、これらの系統の評価を実施する予定である。

以上のように、本プロジェクトでは、乾燥などの環境ストレスに対する耐性獲得に関与するダイズの遺伝子群やその発現を制御するプロモーターを明らかにすることに成功した。そして、シロイヌナズナあるいはダイズから見出された遺伝子群やプロモーターをダイズに導入することで、温室レベルで乾燥耐性を示す系統を開発することができた。さらに、圃場条件において乾燥ストレスに対する耐性などを評価し、耐性レベルが向上した形質転換系統を選抜することに成功した。よって、地球規模で問題になっている干ばつ等の地球環境劣化に対応した環境ストレス耐性ダイズの作出技術を開発できたと考えられる。今後は、本プロジェクトで作出した環境ストレス耐性ダイズ系統を利用し、実用的なダイズ品種を開発する一方で、環境ストレス耐性作物作出技術の他作物への利用が期待される。

§ 2. プロジェクト構想(および構想計画に対する達成状況)

(1) 当初のプロジェクト構想

シロイヌナズナやイネ等を用いてこれまで明らかにしてきた環境ストレス耐性遺伝子群に関する研究成果をもとに、現在急速に進展しているダイズのゲノムシーケンス解析および発現解析技術を利用して、乾燥等の環境ストレスに対する耐性獲得に関与するダイズの有用遺伝子やその発現を制御するプロモーターを明らかにする。これらの遺伝子やプロモーターを用いて導入遺伝子在设计し、ダイズに遺伝子導入することで乾燥に強い遺伝子組換えダイズを作出する。さらに、作出された遺伝子組換えダイズを相手機関の実験圃場において栽培し、乾燥耐性や生長、種子の収量などを評価し、乾燥条件下での収量の増加に関わる耐性遺伝子とプロモーターの最適の組合せを明らかにするとともに、耐性レベルが向上した形質転換系統を選抜する。5年間の研究期間中、初年度、2年度はこれまで得られているシロイヌナズナ等の遺伝子とプロモーターの組み合わせをダイズへ導入して乾燥耐性ダイズの作出を試みる。さらに3年度、4年度においてはダイズ遺伝子の導入を行い、4年度、5年度では得られた組換え体を用いて遺伝子発現などを解析するとともに、圃場試験を実施する。アグロバクテリウム法によるダイズ形質転換技術の確立はプロジェクト推進上、非常に重要であることから、日本側研究員がブラジル側研究機関に滞在して、大豆研の研究者とともに実施する。

日本の研究グループ(国際農林水産業研究センター、理化学研究所、東京大学)

これまで進めてきたシロイヌナズナやイネでの研究成果とダイズのゲノム情報を利用して、乾燥耐性の付与に関係するダイズの有用遺伝子群を単離する。また、ダイズでの遺伝子発現に役立つ乾燥誘導性のプロモーター、組織特異的なプロモーターなどを単離する。特にダイズにおいて特徴的な植物ホルモンのアブシジン酸(ABA)による発現誘導やホルモンの合成分解、シグナルの受容、伝達に関わる遺伝子に注目する。さらに日本側研究員がブラジル側研究機関に滞在して、大豆研の研究者ととともにアグロバクテリウム法によるダイズ形質転換技術の確立に関する研究を実施する。

国際農林水産業研究センターグループ(ストレス耐性グループ): 国際農林水産業研究センター(JIRCAS)グループでは、ダイズのゲノム情報、マイクロアレイを用いた発現情報をもとに、シロイヌナズナやイネで解析してきた乾燥耐性に関わる転写因子や機能遺伝子などの機能相同遺伝子を候補遺伝子として単離し、その機能を解析する。対象とする遺伝子としてはAP2/ERFタイプの転写因子DREBやbZIPタイプの転写因子AREBの相同性遺伝子、適合溶質の合成に関わる遺伝子などを用いる。また、乾燥誘導性のプロモーターに関してゲノム情報をもとに探索し、ダイズの適切な組織において導入遺伝子を発現させるためのベクターシステムを構築して、ブラジル側研究グループに提供する。ブラジルで作出した遺伝子組換えダイズに関して、マイクロアレイなどにより導入遺伝子や導入遺伝子によって発現が変化した遺伝子の解析を行ない、さらに代謝産物や植物ホルモンなどを総合的に解析する。遺伝子組換えダイズの気孔の開閉や光合成効率などの生理学的解析を行う。さらに、ブラジル側研究グループにおいて、JIRCASの研究員が中心になって、アグロバクテリウムを用いた形質転換方法の確立に関する研究を実施する。

理化学研究所グループ(ストレス応答グループ):理化学研究所グループでは、ダイズのゲノム情報や発現情報をもとに、乾燥耐性の付与に役立つ遺伝子を探索する。特に、植物ホルモンのABAの合成や分解に関わるダイズの酵素遺伝子やABAのシグナル伝達に関わる遺伝子を探索してそれらの機能を解析する。乾燥ストレス誘導性の遺伝子に着目して遺伝子を絞り込むとともに、ゲノムシークエンス情報を用いて他の植物ゲノムと比較解析を行い、可能性の高い候補遺伝子を抽出するバイオインフォマティクスによる解析技術を開発する。これらの研究から得られた遺伝子でダイズの形質転換に用いるベクター系を構築して、ブラジル側研究グループに提供する。ブラジルで作出した遺伝子組換えダイズに関して、マイクロアレイなどにより導入遺伝子や導入遺伝子によって発現が変化した遺伝子の解析を行ない、さらに代謝産物や植物ホルモンなどを総合的に解析する。遺伝子組換えダイズの気孔の開閉や光合成効率などの生理学的解析を行う。

東京大学グループ(ストレス受容グループ):東京大学グループでは、乾燥ストレスシグナルの受容に関わる膜タンパク質や、ストレスの受容後短時間のうちに遺伝子発現を制御するDREB2タイプの転写因子の解析を行ってきた。これらの成果を生かして、ダイズのゲノム情報や発現情報をもとに乾燥耐性の付与に役立つ遺伝子を探索する。とくに浸透圧センサーやDREB2タイプの転写因子などのダイズ相同性遺伝子の機能解析を行う。得られた遺伝子でダイズの形質転換に用いるベクター系を構築してブラジル側研究グループに提供する。ブラジルで作出した遺伝子組換えダイズに関して、マイクロアレイなどにより導入遺伝子や導入遺伝子によって発現が変化した遺伝子の解析を行ない、さらに代謝産物や植物ホルモンなどを総合的に解析する。遺伝子組換えダイズの気孔の開閉や光合成効率などの生理学的解析を行う。

相手国の研究グループ(ブラジル農牧研究公社)

ブラジル農牧研究公社(Embrapa)大豆研究所(大豆研)では、ダイズへの遺伝子導入技術を有しており、日本のグループから提供された遺伝子をダイズに導入して形質転換ダイズを作出する。遺伝子組換えダイズを栽培できる実験圃場を有しており、温室だけではなく圃場での乾燥耐性試験を進める。乾燥条件で栽培して、遺伝子組換えダイズの乾燥耐性試験や成長、収量などの農業的形質の評価を行う。複数の導入遺伝子を同じ栽培条件で評価して、ダイズでの導入遺伝子の最適化のための評価を行う。アグロバクテリウムを用いた形質転換方法の確立については、JIRCASの研究員が中心になって、Embrapa大豆研において実施する。

(2)新たに追加・修正など変更したプロジェクト構想

大きな追加・修正はなし。ただし、ダイズの形質転換が非常に難しいため、形質転換効率の指標を2%から1.5%に引き下げた。このことは、2012年3月9日の合同調整委員会で承認された。

(3)活動実施スケジュール(実績)

別紙 PO 参照

§3 プロジェクト実施体制・投入実績

3. 1. 実施体制

(1)「ストレス耐性」グループ

① 研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加期間
○	中島 一雄	国際農林水産業 研究センター	プロジェクト リーダー	2009.6.1～2015.3.31 2014.4.1 からは本プロジ ェクトのリーダー
	藤田 泰成	国際農林水産業 研究センター	主任研究員	2009.6.1～2015.3.31
	圓山 恭之進	国際農林水産業 研究センター	主任研究員	2009.6.1～2015.3.31
	金森 紀仁	国際農林水産業 研究センター	主任研究員	2009.6.1～2015.3.31
*	永利 友佳理	国際農林水産業 研究センター	特別研究員	2013.4.1～2015.3.31
*	矢野 めぐむ	国際農林水産業 研究センター	研究助手	2013.4.1～2015.3.31
*	吉原 今日子	国際農林水産業 研究センター	研究助手	2013.4.1～2015.3.31
*	豊島 真実	国際農林水産業 研究センター	研究助手	2014.9.1～2015.3.31
	篠崎 和子	国際農林水産業 研究センター	特定研究主査	2009.6.1～2013.3.31 2013.3.31 までは本プロ ジェクトのリーダー
*	戸高 大輔	国際農林水産業 研究センター	特別研究員	2010.4.1～2011.3.31
*	小平 憲祐	国際農林水産業 研究センター	特別研究員	2011.11.1～2013.3.31

② 研究項目

- ・ 環境ストレスに対する耐性獲得に関与する有用遺伝子(ストレス耐性制御遺伝子)を同定する。
- ・ ストレス応答性プロモーターの単離と有用遺伝子との組合せの最適化を行なう。
- ・ 環境ストレス耐性を示す組換えダイズ系統を選抜する。

(2)「ストレス応答」グループ

① 研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加期間
○	篠崎 一雄	理化学研究所	センター長	2009.6.1～2015.3.31
*	高崎 寛則	理化学研究所	特別研究員	2011.4.1～2015.1.19
	浦野 薫	理化学研究所	研究員	2010.7.1～2015.3.31
	梅澤 泰史	理化学研究所	研究員	2009.6.1～2011.6.30
	櫻井 哲也	理化学研究所	ユニットリーダー	2009.6.1～2013.3.31

② 研究項目

- ・ 環境ストレスに対する耐性獲得に関与する有用遺伝子(ストレス応答制御遺伝子)を同定する。
- ・ ストレス応答性プロモーターの単離と有用遺伝子との組合せの最適化を行なう。
- ・ 環境ストレス耐性を示す組換えダイズ系統を選抜する。

(3)「ストレス受容」グループ

① 研究参加者

【日本側】

種別	氏名	所属	役職	参加期間
○	篠崎 和子	東京大学	教授	2009.6.1～2015.3.31
	刑部 祐里子	東京大学	講師	2009.6.1～2011.7.31
	戸高 大輔	東京大学	特任研究員	2009.6.1～2010.3.31
	溝井 順哉	東京大学	講師	2010.4.1～2015.3.31
	城所 聡	東京大学	助教	2010.4.1～2015.3.31
*	吉田 拓也	東京大学	特任助教	2011.7.1～2014.2.7
*	最上 惇郎	東京大学	特任研究員	2014.4.1～2015.3.31
*	渡邊 朋子	東京大学	技術補佐員	2013.4.1～2015.3.31
*	大濱 直彦	東京大学	大学院生	2010.4.1～2015.3.31
*	佐藤 輝	東京大学	大学院生	2010.4.1～2015.3.31
*	大堀 鉄平	東京大学	大学院生	2010.4.1～2012.3.31
*	田中 あや	東京大学	大学院生	2010.4.1～2012.3.31
*	長町 啓太	東京大学	大学院生	2010.4.1～2012.3.31
*	大開 暖香	東京大学	大学院生	2012.4.1～2013.3.31
*	渡邊 慶太郎	東京大学	大学院生	2010.4.1～2013.3.31
*	阿部倉 緑	東京大学	大学院生	2012.4.1～2013.3.31
*	小泉 慎也	東京大学	大学院生	2012.4.1～2015.3.31
*	永田 舞香	東京大学	大学院生	2013.4.1～2014.3.31

② 研究項目

- ・ 環境ストレスに対する耐性獲得に関与する有用遺伝子(ストレス応答制御遺伝子)を同定する。
- ・ ストレス応答性プロモーターの単離と有用遺伝子との組合せの最適化を行なう。
- ・ 環境ストレス耐性を示す組換えダイズ系統を選抜する。

(4)「ダイズ形質転換」グループ

① 研究参加者

【相手国側】

種別	氏名	所属	役職	参加期間
○	Alexandre Nepomuceno	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 主任研究員	2010.3.4～2015.3.3
	工藤 博	国際協力機構 (JICA)	業務調整員	2010.3.4～2015.3.3
	Norman Neumaier	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 主任研究員	2010.3.4～2015.3.3
	Jose Renato Farias	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 所長	2010.3.4～2015.3.3

	Carlos Alberto Arrabal Arris	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 主任研究員	2010.3.4～2015.3.3
	Antonio Eduardo Pipolo	ブラジル農牧研究公社	ダイズ研究所 主任研究員	2010.3.4～2015.3.3
	Renata Fuganti	ブラジル農牧研究公社	ポスドク	2010.3.4～2015.3.3
	Ricardo Vilela Abdelnoor	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 研究開発部長	2010.3.4～2015.3.3
	Alexandre Jose Cattelan	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 技術移転部長（前所長）	2010.3.4～2015.3.3
	Amelio Dall Agnol	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 主任研究員（前技術移転部長）	2010.3.4～2015.3.3
	Francismar Correia Marcelino	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 研究員	2010.3.4～2015.3.3
	Maria Cristina Neves de Oliveira	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 研究員	2010.3.4～2015.3.3
	Clara Beatriz Hoffman-Campo	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 主任研究員	2010.3.4～2015.3.3
	Júlio Franchini dos Santos	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 主任研究員	2010.3.4～2015.3.3
	Gedi Jorge Sfredo	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 主任研究員	2012.3.1～2014.9.31
	Josirley Carvalho	CNPQ	ポスドク	2010.12.1～2013.1.31
	Silvana Marin	ブラジル農牧研究公社/ロンドリーナ大	大豆研究所 ラボ長/大学院生	2010.3.4～2015.3.3
	Amanda Paiva	ロンドリーナ大	博士号取得	2010.3.4～2013.3.3
	Cesar Augusto Silveira	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 副ラボ長	2010.3.4～2015.3.3
	Cibelle Engels	ロンドリーナ大	博士号取得	2010.3.4～2013.3.3
	Mayla D. C. Molinari	フィラデルフィア大	大学院生	2011.3.1～2015.3.3
	Elton Gargioni Grisoste Barbosa	ロンドリーナ大	大学院生	2010.3.4～2012.8.3 イギリス ケンブリッジ大に転校
	Juliana Paula Leite	パウリスタ大	大学院生	2010.3.4～2012.6.31
*	Larissa Giroto	国際協力機構 (JICA)	テクニシャン	2010.3.4～2012.8.31
*	Maria Cecilia Amaral Soldera	国際協力機構 (JICA)	テクニシャン	2010.10.1～2012.8.31
*	Gislaine Vasquez	国際協力機構 (JICA)	テクニシャン	2010.10.1～2012.3.3
	Juliane Marinho	北パラナ大学	大学院生	2011.5.1～2015.3.3
	Patrícia Honna	パウリスタ大	大学院生	2011.5.1～2015.3.3
	Rubson	ブラジル農牧研究公社	テクニシャン	2010.3.4～2015.3.3

	Silbaldeli	公社		
	Claudinei de Freitas Toledo	ブラジル農牧研究公社	テクニシャン	2010.3.4～2015.3.3
	Bianca Peral	ブラジル農牧研究公社	テクニシャン	2010.3.4～2015.3.3
	Marcia Kamogae Kuwahara	ブラジル農牧研究公社	テクニシャン	2010.3.4～2015.3.3
	Liliane Henning	ブラジル農牧研究公社	大豆研究所 研究員	2013.4.1～2015.3.3
	Thiago Nakayama	ビソーサ大	大学院生	2013.10.1～2015.3.3
	Rafaela Ribeiro Reis	ロンドリーナ大	大学院生	2013.11.1～2015.3.3
	Leonardo Cesar Ferreira	ブラジル農牧研究公社	ポスドク	2013.3.1～2015.3.3

② 研究項目

- ・ プロモーターと有用遺伝子の組合せが導入されたダイズ系統を作出する。
- ・ 環境ストレス耐性を示す組換えダイズ系統を選抜する。

§ 4 プロジェクト実施内容及び成果

4. 0 プロジェクト全体

(1) グループを統合した全体の成果

- ・ 本プロジェクトでは、遺伝子組換え技術を利用して、ダイズの干ばつ耐性を強化する技術を開発する事を目的に研究が実施された。日本側研究機関としては、国際農林水産業研究センター（JIRCAS）、理化学研究所、東京大学の3機関が参画し、それぞれ、ストレス耐性、ストレス応答、ストレス受容に関する研究を担当し、ダイズの干ばつ耐性を強化することが期待されるような有用遺伝子、プロモーターの機能解析、提供を行った。さらに、ブラジル側で遺伝子導入された組換えダイズを輸入し、遺伝子発現機構などを解析した。ブラジル側研究機関としては、ブラジル農牧研究公社（Embrapa）の大豆研究所（大豆研）が参画し、ダイズへの遺伝子導入、温室での耐性試験、圃場での耐性試験、農業形質の評価を実施した。ダイズへの遺伝子導入（形質転換）は、他の作物よりも難しいため、本プロジェクトでは特に力を入れ、JIRCAS の研究員が Embrapa 大豆研で、アグロバクテリウム法によるダイズ形質転換技術の確立に向けた研究を実施した。
- ・ JIRCAS（ストレス耐性グループ）では、ダイズのオリゴアレイによる網羅的遺伝子発現解析技術確立した。ダイズの環境ストレス耐性を制御する転写因子 GmDREB1、GmAREB とストレス誘導性プロモーターを見出した。ストレス耐性遺伝子、プロモーターでダイズの形質転換に用いるコンストラクトを作製して、Embrapa 大豆研に送付した。さらに、Embrapa 大豆研から輸入した遺伝子組換えダイズを解析し、導入遺伝子がダイズで機能していることを明らかにした。
- ・ 理化学研究所（ストレス応答グループ）では、ダイズの ABA 合成酵素 GmNCED の機能を解明するとともに、ダイズのメタボローム・トランスクリプトームの統合解析を行い、乾燥ストレス条件下における遺伝子発現・代謝の特徴を明らかにした。ダイズの形質転換に用いるコンストラクトを構築して、Embrapa 大豆研に送付した。また、Embrapa 大豆研で作出した遺伝子組換えダイズの輸入を完了した。
- ・ 東京大学（ストレス受容グループ）では、ダイズのストレス受容に関わるヒスチジンキナーゼ GmHK、環境ストレス耐性を制御する転写因子 GmDREB2、NF-YC10 の機能を明らかにした。

ダイズの形質転換に用いるコンストラクトを構築して、Embrapa 大豆研に送付した。また、Embrapa 大豆研から輸入した遺伝子組換えダイズの解析を実施している。

- ・ 日本側研究グループでは、乾燥耐性に関わる遺伝子・プロモーターの組み合わせ 16 種類 21 コンストラクト(パーティクルガン用 9 コンストラクト、アグロバクテリウム用 12 コンストラクト)をブラジル側研究機関 Embrapa 大豆研に送付した。
- ・ Embrapa 大豆研に送られたコンストラクトは順次ダイズに導入され、遺伝子組換えダイズが作出された。これまでに 4 種のコンストラクトから作出された遺伝子組換えダイズについて、温室内で実施した試験において、干ばつ耐性の向上が認められた。
- ・ これまでに実施した圃場試験においては、*SAT5* 遺伝子を導入した系統において、干ばつ条件下での収量の向上が見られた。加えて草丈の伸長、晩生化、種子重量の増加といった形質も見られた。興味深い事に鱗翅目害虫に対する抵抗性も確認されており、非生物学的なストレスだけでなく、生物学的なストレスに対する抵抗性を持つ品種として期待される。他にも干ばつ耐性試験を終えていない組換えダイズ系統が残されており、これらの中にも有望な系統があることが期待される。引き続き、これらの系統の評価を実施する予定である。
- ・ 招へい外国人研究員は、延べ 13 名(うち 11 名は JIRCAS、1 名は理化学研究所、1 名は東京大学で受け入れ)である。ダイズのストレス誘導性遺伝子の発現解析技術の習得、ダイズの耐乾性遺伝子のプロモーターの分離技術の習得、ダイズの耐乾性評価の生理実験と遺伝子発現解析技術の習得、形質転換ダイズにおける遺伝子発現解析技術の習得などを実施し、技術を移転した。
- ・ 在外研究員派遣実績は、延べ 31 名(うち 25 名が JIRCAS、2 名が理化学研究所、3 名が東京大学)。JIRCAS の金森主任研究員は 13 回派遣した。日本側は分子育種技術(特にアグロバクテリウムを用いた形質転換技術)、植物分子生物学的手法(特に導入遺伝子の挿入、遺伝子発現解析方法)について技術移転を実施した。ブラジル側とは、特に生理生態学的技術に関する情報を交換した。
- ・ 成果の位置付けとして、圃場試験において干ばつ耐性が確認された遺伝子組換えダイズは世界初である。
- ・ 類似するプロジェクトとしては、イネやコムギを対象に DREB 等の耐性遺伝子を導入するプロジェクト(農林水産技術会議事務局 委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト」「途上国における 乾燥耐性品種の開発」2013 年度～2017 年度)があるが、本プロジェクトでは、イネやコムギよりも形質転換効率が低いダイズを対象にしている。組換え体の利用が世界的に 80%(ブラジルでは 90%)を越える中で、品種化まで到達すれば、実用化が現実的であると期待される。
- ・ その他の成果として、原著論文 72(ブラジルから 21、日伯共著 5)、総説等の著作物 54(ブラジルから 5、日伯共著 3)、招待講演 71(ブラジルから 2、日伯共著 2)、口頭発表 51(ブラジルから 1、日伯共著 1)、ポスター発表 156(ブラジルから 17、日伯共著 15)、受賞 3、マスコミ報道 10(ブラジルから 1)が挙げられる。

(2)今後期待される効果

- ・ 本プロジェクトで得られた遺伝子、プロモーター、発現・代謝データベース、あるいはマイクロアレイ解析技術等は基礎的な知見・技術としてだけでなく、環境ストレス耐性作物を作出・解析する上で利用できる。ダイズだけでなく、他の作物の基礎的研究あるいは品種開発などの応用研究にとっても有効である。
- ・ ブラジルのダイズ品種においてもアグロバクテリウム法による遺伝子導入が高い効率で実施することが可能になった事は、環境ストレス耐性遺伝子の導入だけでなく、他の有用遺伝子を導入する際にも有効であり、種々の有益な特性を向上させた品種の開発を可能にする。
- ・ 圃場試験において干ばつ耐性が確認された遺伝子組換えダイズについては、今後は、実用化に向け、戻し交雑等による導入遺伝子の実用品種への導入、異なる環境での試験、安全性評価試験等が必要である。干ばつ耐性のダイズが実用化された場合、ブラジルにおけるダイズ生産の安定化、拡大だけでなく、同様の問題を抱えている南米諸国(アルゼンチン、パラ

グアイ等) やアフリカ等でも活用される可能性があり、社会への波及効果は大きい。

4. 1 環境ストレス耐性制御遺伝子群の探索とストレス耐性ダイズの分子育種技術の開発 (国際農林水産業研究センター・ストレス耐性グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

①研究のねらい

国際農林水産業研究センター(JIRCAS)では、シロイヌナズナやイネ等を利用してこれまでに明らかにしてきた環境ストレス耐性遺伝子群に関する研究成果をもとに、現在急速に進展しているダイズのゲノムシーケンス解析およびマイクロアレイ等の発現解析技術を利用して、ダイズ等から乾燥などの環境ストレスに耐性に関与する有用遺伝子や有用プロモーターを探索する。干ばつ耐性ダイズ作出のため、Embrapa 大豆研へダイズ形質転換用コンストラクトを送付する。さらに、作出された組換えダイズにおける環境ストレス耐性機構を明らかにする。

②研究実施方法

公開されているダイズの全ゲノム配列情報とこれまでに整備してきたダイズの完全長 cDNA データベースの情報をもとに作製したダイズオリゴアレイを用いて、ダイズの環境ストレス応答性遺伝子群の発現応答を網羅的に解析する。得られたデータをもとに探索されたダイズの bZIP タイプの転写因子 AREB (乾燥条件下のアブシジン酸(ABA)応答において重要な因子) と AP2/ERF タイプの転写因子 DREB1 (乾燥条件下の ABA を介さない応答において重要な因子) をコードする遺伝子に関してそれらの機能解析を進める。その一方で、ダイズのストレス誘導性プロモーターの単離、解析を行う。環境ストレス耐性遺伝子とストレス応答性プロモーターあるいは恒常的発現プロモーターを組み合わせたコンストラクトを設計、作製し、Embrapa 大豆研へ送付する。さらに、Embrapa 大豆研で作出された遺伝子組換えダイズのマイクロアレイ解析を実施する。

なお、2013 年 3 月 31 日までは、篠崎和子特定研究主査(現東京大学)が本プロジェクトのリーダーであったが、異動に伴い、中島一雄プロジェクトリーダーが本プロジェクトのリーダーになり、研究を推進した。

③研究成果

ダイズのオリゴアレイの作出とダイズプロトプラスト実験系の開発

環境ストレスに対する耐性獲得に関与する有用遺伝子を同定するため、公開されているダイズ全ゲノム配列情報をもとにしたダイズオリゴアレイを設計し、日本のダイズ栽培品種である農林 2 号を用いて環境ストレス応答性遺伝子群の発現応答を網羅的に解析した。このアレイ解析によるデータとオープンリソースである全ゲノム配列情報により、ダイズの AP2/ERF タイプの転写因子 GmDREB1 および bZIP タイプの転写因子 GmAREB をコードする遺伝子を見出した。

また、細胞内局在性や転写活性化能を解析する上で有効であるシロイヌナズナ葉肉細胞を用いた一過的遺伝子発現系を応用し、ダイズ葉肉細胞を用いて同様の系の確立を実施した。

ダイズにおける DREB1 型転写因子の単離と解析

ダイズの全ゲノム配列 (<http://www.phytozome.net/soybean>) から AP2/ERF タイプの転写因子である DREB1 ファミリーに属する遺伝子を網羅的に見出し、分子系統樹を作成した(図 4-1-1)。DREB1 ファミリーに属するダイズ遺伝子は全部で 14 個見出された。このうち GmDREB1A1、GmDREB1B1、GmDREB1B2 の 3 個のダイズ DREB1 遺伝子は、シロイヌナズナの DREB1E、DREB1F が含まれる Subgroup1 に属した。GmDREB1D1、GmDREB1D2、GmDREB1E1、GmDREB1E2 の 4 個のダイズ遺伝子は、シロイヌナズナの DREB1A、DREB1B、DREB1C、DREB1D が含まれる Subgroup2 に属した。GmDREB1F1、GmDREB1G1、GmDREB1G2、GmDREB1H1、GmDREB1H2、GmDREB1I1、GmDREB1I2 遺伝子は、Subgroup1、Subgroup2 の

どちらにも属さず、新たに Subgroup3 を形成することが明らかとなった。

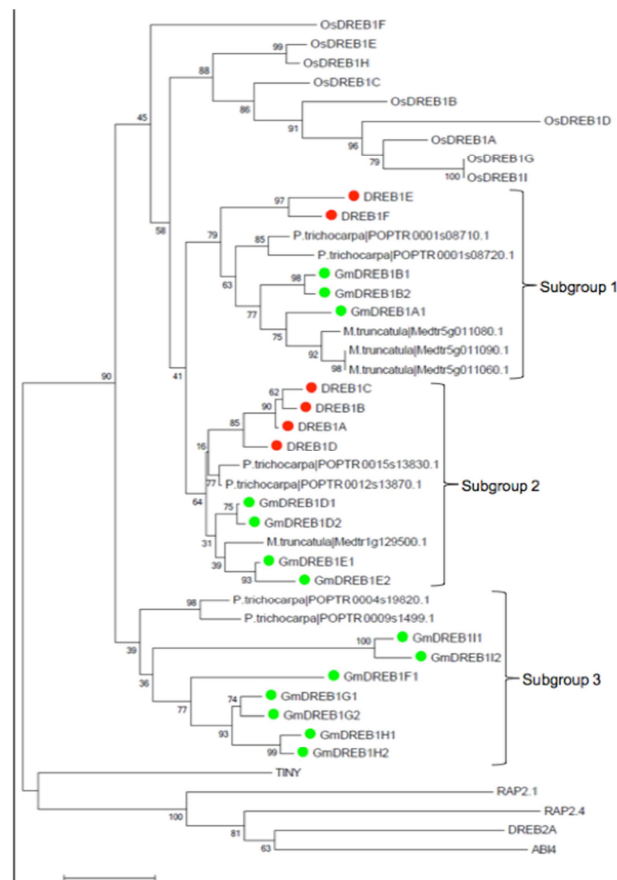


図 4-1-1. DREB1 ファミリーに属する遺伝子の分子系統樹

緑丸はダイズの DREB1 遺伝子、赤丸はシロイヌナズナの DREB1 遺伝子を示す。

これら見出されたダイズ DREB1 タンパク質の DRE 配列を介した転写活性化能を明らかにするため、DRE 配列で制御した *GUS* 遺伝子をレポータープラスミドベクターとしてシロイヌナズナのプロトプラストを用いた一過的遺伝子発現解析をおこなった。調べたいいくつかのダイズ DREB1 について、DRE 配列で制御した *GUS* 遺伝子をレポータープラスミドベクターとして用いた場合、コントロールに比べ *GUS* 活性が有意に増加した。これらの結果から、GmDREB1A;1 タンパク質は DRE 配列を介した転写活性化能を持っていることが示された。

ダイズにおける AREB 型転写因子の単離と解析

ダイズの bZIP タイプの転写因子 GmAREB に関する機能解析も進めた。すなわち、ダイズの *AREB1/AREB2/ABF3* タイプの遺伝子の cDNA クローニングを行った。GmAREB1、GmAREB2、GmABF3 cDNA クローニングが完了し、それらのシーケンスを行って塩基配列を明らかにした。クローニングされたこれら GmAREB タンパク質の転写活性化能を明らかにするため、シロイヌナズナ葉肉細胞を用いた一過的遺伝子発現系により解析したところ、レポーター遺伝子の有意な活性の上昇が ABA 依存的に認められた。従って、これら GmAREB タンパク質は ABA 存在下のシロイヌナズナ葉肉細胞において高い転写活性化能を有していることが明らかになった。

ダイズの乾燥応答性プロモーターの単離

ダイズの乾燥応答性遺伝子群の網羅的解析により得られた結果を用いて、プロモーター領域に乾燥ストレス応答性のシス配列を含む 5 個の遺伝子 (Gm2、Gm3、Gm4、Gm5、Gm11) と高温ストレス応答性のシス配列を有する遺伝子 (Gm17) を抽出した。日本のダイズ栽培品種である農林 2

号のゲノム DNA を鋳型として PCR 反応を行うことにより、プロモーター領域の単離に成功した。一過的遺伝子発現系によるプロモーター活性の解析を行うために、上記の DNA 断片を pBI221 ベクターに導入したコンストラクトをそれぞれ作製した。これらのコンストラクトをシロイヌナズナの葉肉細胞由来のプロトプラストに導入し、プロモーター領域の活性を測定した結果、既に単離した 3 種類のプロモーター領域、*Gmp3*, *Gmp4*, *Gmp11* において ABA 処理によるプロモーター活性の上昇が認められた(図 4-1-2)。得られた 5 個の乾燥ストレス誘導性遺伝子について、マイクロアレイデータを用いて、根、茎における発現を解析した。その結果、5 個の遺伝子は全て、葉だけでなく根、茎においても乾燥で顕著に誘導されることを確認した。一方で、ストレス未処理時の各組織における発現は、*Gm2* と *Gm3* が他と比較して低い値を示した。次に、ダイズプロトプラストの一過的遺伝子発現解析を行い、5 個の遺伝子のプロモーター活性を評価した。ダイズプロトプラストの一過的遺伝子発現実験を季節や気候に影響されず安定して行うため、まず、CO₂ 人工気象器におけるダイズの生育条件およびプロトプラスト単離条件の検討を行った。次に、プロモーターの ABA 応答性を評価した結果、選抜した 5 個のプロモーター領域のうち *Gm2* を除く 4 個は、ABA によりプロモーター活性が上昇することが確認された。以上のデータより、乾燥誘導性の有用遺伝子として *Gm3* を選定した。

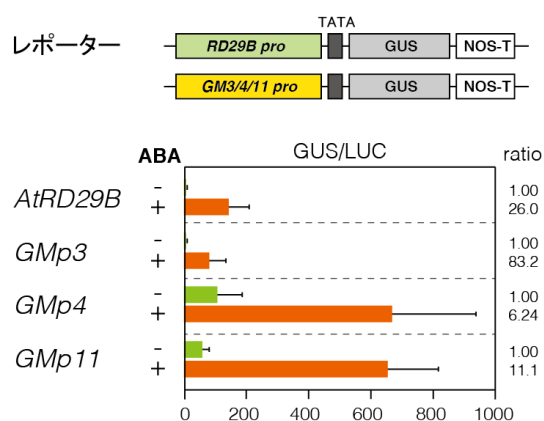


図 4-1-2. プロモーター活性の評価
シロイヌナズナの葉肉細胞由来のプロトプラストを用いて、無処理及び ABA 処理条件下におけるレポーター遺伝子の活性を評価した。

遺伝子組換えダイズのマイクロアレイ解析

Embrapa 大豆研から輸入した2種類組換えダイズについてマイクロアレイ解析を行い、導入遺伝子の機能を解析した結果、導入遺伝子が機能していることを明らかにした。

コンストラクトの準備と送付

環境ストレス耐性遺伝子とストレス応答性プロモーターあるいは恒常的発現プロモーターを組み合わせ、パーティクルガン用コンストラクト 7 種類およびアグロバクテリウム用コンストラクト 2 種類を準備し、Embrapa 大豆研に提供した。

④カウンターパートへの技術移転の状況

招へい外国人研究員として以下の研修を実施した。

- ・ 2010 年 6 月～2011 年 1 月に Embrapa 大豆研のアマンダ・パイバ研究員を受け入れ、乾燥耐性獲得の分子レベルでの解析技術、解析に用いる機材に関する適切な使用方法について研修を行った。
- ・ 2010 年 8 月～11 月には同研究所のシルヴァーナ・マリン研究技術員を受け入れ、ダイズ マイクロアレイ解析結果を用いたストレス誘導性プロモーターの単離技術、ソフトウェア、特殊な

機器の適切な使用法について研修を行った。

- ・ 2011 年 10 月～12 月に同研究所のマリア・セシリア・アマラル・ソルデラ研究技術員を受け入れ、アグロバクテリアを用いたシロイヌナズナやイネの形質転換法をはじめ、植物のストレス処理、および RNA の抽出や遺伝子発現の解析などの分子生物学的手法について研修を行った。
- ・ 2011 年 11 月から 2012 年 9 月まで、同研究所のシベレ・エンゲルス研究員を受け入れ、ブラジルのダイズ品種を用いて、乾燥や高温ストレス応答機構の解明に必要な実験手法の研修を進めた。さらに、ダイズオリゴアレイを用いた乾燥応答性遺伝子の発現解析に使用するサンプルの調製、品質確認に関して技術指導を行った。また、オリゴアレイ解析結果により得られた知見を基に、遺伝子組換え作物の作出に有用なプロモーター候補の選抜、プロモーター領域のクローニング、及び活性評価の手法に関して技術指導を行った。
- ・ 2012 年 7 月～8 月に同研究所のマリア・セシリア・アマラル・ソルデラ研究技術員を受け入れ、ダイズの遺伝子組換え技術に有用な分子生物学的手法について研修を行った。
- ・ 2013 年 10～12 月に、リリアーネ・ヘニング研究員を受入れ、遺伝子組換えダイズの RNA 抽出、RT-PCR 法による遺伝子発現の解析、マイクロアレイ処理等の実験手法の研修を行った。
- ・ 2014 年 7 月～9 月、チアゴ・ナカヤマ博士課程学生を受け入れ遺伝子組換えダイズのマイクロアレイ解析、圃場および温室における乾燥ストレス処理試験の条件設定や表現型解析を協力して進めた。さらに、ダイズの遺伝子組換え技術に有用な分子生物学的手法である遺伝子発現解析やダイズプロトプラストを用いた一過的発現解析について研修を行った。
- ・ 2014 年 9 月、ハファエラ・リベイロ・レイス博士課程学生及びジュリアーネ・マリンホ・プレラ博士課程学生を受け入れ、形質転換ダイズにおける遺伝子発現解析技術に関する研修を実施した。

(2) 研究成果の今後期待される効果

- ・ 本プロジェクトで開発したダイズのオリゴアレイ解析技術は、種々の組織あるいは環境条件におけるダイズの反応を解明のために使用することができ、基礎的な新知見を提供する技術として利用できる。さらに、品種として実用化していくために、組換え体の分子的性状を解析でき、安全性、生態系への影響などに関する知見も提供する。
- ・ 本プロジェクトで得られた遺伝子(ダイズの *GmDREB1* 遺伝子、*GmAREB* 遺伝子)、プロモーター(ダイズの *Gm3Pro* プロモーター等)は、基礎的な新知見としてだけでなく、環境ストレス耐性ダイズを作出する上で利用できる。
- ・ 本プロジェクトで送付したコンストラクトを用いる事で、Embrapa 大豆研が作出した組換えダイズを輸入した。それらを、開発したダイズ オリゴアレイで解析することにより、導入遺伝子がダイズで機能していることを確認することができた。
- ・ Embrapa 大豆研に送付したコンストラクトから作られた形質転換ダイズにおいてストレス耐性の向上が確認されれば、ストレス耐性ダイズの育種に貢献することができる。さらにはダイズだけでなく、他のマメ科作物あるいはそれ以外の作物の耐性向上にも利用できる。

4. 2 環境ストレス応答制御遺伝子群の探索(理化学研究所・ストレス応答研究グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

①研究のねらい

シロイヌナズナやダイズのゲノム情報や発現情報をもとに、乾燥耐性の付与に役立つ遺伝子を探索する。特に、植物ホルモンの ABA の合成や分解に関わる酵素遺伝子や ABA のシグナル伝達に関わる遺伝子(ストレス応答制御遺伝子)を探索してそれらの機能を解析する。乾燥ストレス誘導性の遺伝子に着目して遺伝子を絞り込むとともに、ゲノムシーケンス情報を用いて他の植物ゲノムと比較解析を行い、可能性の高い候補遺伝子を抽出するバイオインフォマティクスによる解析技術の開発を目指す。

②研究成果

ダイズにおけるアブシジン酸合成遺伝子の単離と制御機構の解明

シロイヌナズナの *NCED3* 遺伝子の配列情報を元に抽出したダイズ遺伝子の中から、オリゴアレイによって得られた情報を用いて乾燥誘導性のダイズ *NCED* 遺伝子を選別し、*GmNCED3A*, *GmNCED3B* と名付けた (図 4-2-1、図 4-2-2)。qRT-PCR と RNA ゲルブロット法により発現解析を行い、*GmNCED3A* が根、茎、葉の組織で乾燥ストレスによって誘導され、給水によって減少することが明らかになった (図 4-2-3)。*GmNCED3A* プロモーターの活性を調べるために遺伝子上流配列をクローニングし、*GUS* レポーターと融合したコンストラクトを作製した。*GmNCED3A* プロモーター *GUS* のコンストラクトをシロイヌナズナへ導入し、形質転換体を選別した。得られた形質転換シロイヌナズナの *GUS* 染色実験から、*GmNCED3A* プロモーターは乾燥時に維管束組織において発現誘導を示すことが明らかになった。さらに、ダイズ形質転換用のコンストラクトとして、*GmNCED3A* プロモーターを pC3300J に導入した。

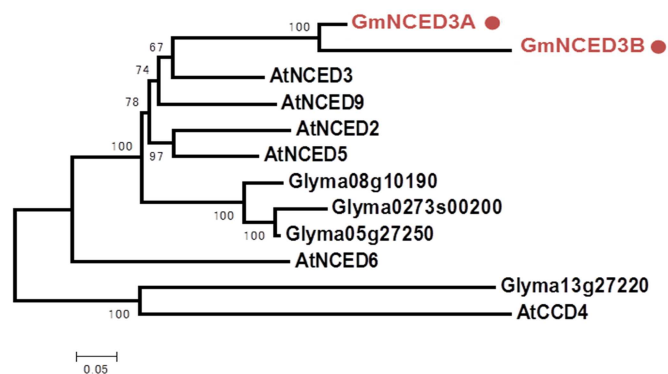


図 4-2-1 *NCED* 遺伝子群の系統解析

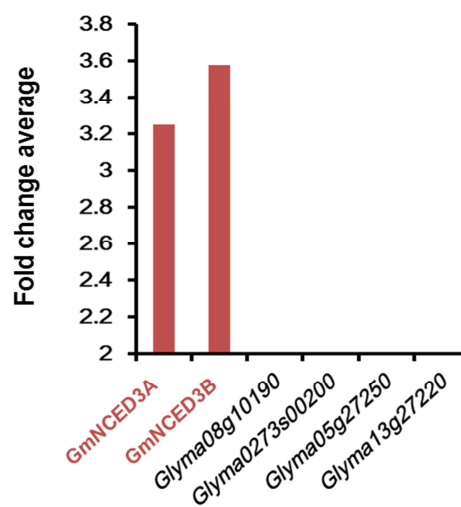


図 4-2-2 ダイズ *NCED* 遺伝子群の乾燥ストレス応答性発現解析

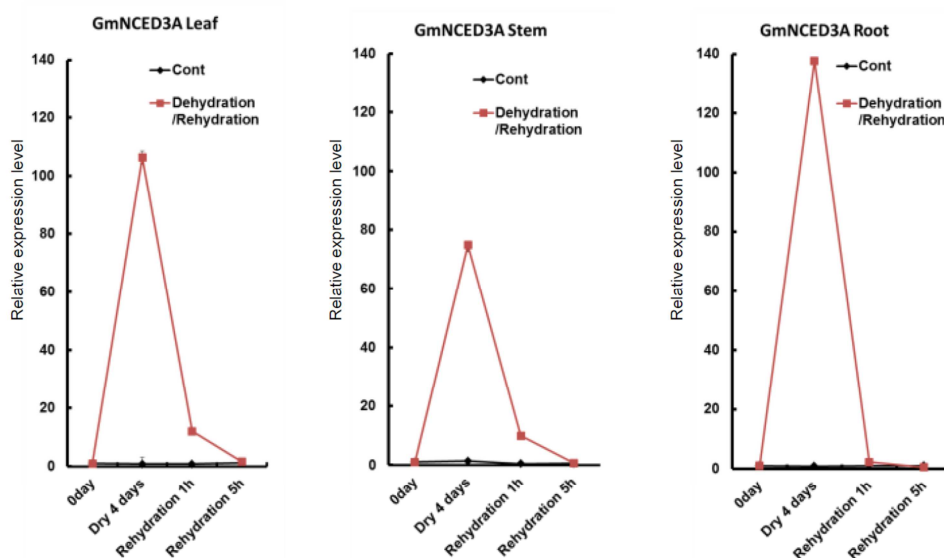


図 4-2-3 ダイズ *NCED* 遺伝子 *GmNCED3A* の組織ごとの乾燥ストレスおよび給水応答性発現解析

ダイズにおけるメタボロームとトランスクリプトームの統合解析

理化学研究所では植物の代謝物質や植物ホルモンを網羅的に同定し、さらにその量を定量するプラットフォームが整備されている。本プロジェクトでは乾燥ストレスに応答した代謝物質の変化を明らかにするため、乾燥ストレス 3 日目と 4 日目のダイズを V1,V2,V3 葉、茎、根を用いて、一次代謝物質と植物ホルモンの定量を行った。LC/MS により植物ホルモンの解析を行い、ABA が全ての器官で乾燥ストレスに応答して増加することを明らかにした。またその蓄積は V3,V2,V1 葉、茎、根の順に多く蓄積されており、V3 葉では乾燥 3 日より顕著に蓄積することが明らかになった。GC/MS 解析により同定した 92 個の一次代謝物質の中で、分枝アミノ酸のバリン、ロイシン、イソロイシンやプロリンが、乾燥ストレス後半の 4 日目に、V1、V2 葉にて顕著に蓄積することが明らかになった。一方、2 糖のトレハロース、オリゴ糖のラフィノースやその前駆体のガラクトキノールは乾燥前半 3 日目の根で顕著に蓄積した。以上の結果から、植物ホルモンや適合溶質のオリゴ糖は乾燥初期の若い器官に蓄積し、アミノ酸は乾燥後期の成熟した器官に蓄積する傾向があることが明らかになった。

理化学研究所ではゲノムワイドな遺伝子発現に関して転写開始点を解析する CAGE (Cap Analysis of Gene Expression) 法が整備されている。本プロジェクトではダイズにおける乾燥ストレス時の全遺伝子の発現と転写開始点を明らかにし、乾燥ストレス誘導性のプロモーターを単離するため、メタボローム解析と同一の乾燥 4 日目の V3 葉、茎、根を用いて CAGE 法で転写開始点の解析を行った。本研究により、V3 葉において 1559 個、茎において 324 個、根において 439 個の新規転写単位を同定した。また、乾燥応答性遺伝子のプロモーターを単離し、解析した結果、V3 葉、茎、根の全ての器官において、ABA 応答性遺伝子のシス配列である ABRE が主要なモチーフであることが明らかになった。

ストレス応答性遺伝子を用いた組換えダイズの作製

理化学研究所では乾燥ストレス耐性に寄与する遺伝子の中で、代謝物質とその合成に関わる代謝酵素遺伝子に注目して研究を行ってきた。本プロジェクトでは、ダイズ形質転換用のバイナリーベクター pC3300J-35S に代謝関連遺伝子を導入したコンストラクトを Embrapa 大豆研に送付し、アグロバクテリウムによる形質転換により BRS184 に導入された。現在複数の次世代ラインが単離されており、理化学研究所への種子の搬入を行った。

カウンターパートへの技術移転の状況

2014 年 10 月～11 月、招へい外国人研究員として Mayla Daiane Correa Molinari 修士課程学生を受け入れ、次世代シーケンサーを用いた植物の乾燥ストレス応答性遺伝子の発現解析に関する研修を実施した。

(2)研究成果の今後期待される効果

ダイズにおけるアブシジン酸合成遺伝子の単離と制御機構の解明

本研究において単離した *GmNCED3A* プロモーターを用いることによって乾燥条件において維管束得意的に導入遺伝子を発現する組み換えダイズの作出が期待できる。また、*GmNCED3A* の転写制御に関するシス因子を同定する事によりダイズの乾燥誘導に関わる新規制御系の同定につながる。

ダイズにおけるメタボロームとトランスクリプトームの統合解析

CAGE 解析により明らかになった遺伝子発現情報とプロモーター情報により、器官特異的な乾燥ストレス誘導性のプロモーターや環境ストレス誘導性のプロモーターを単離することが可能である。本プロジェクトで耐性付与が有効な遺伝子に関しては、より効率的なダイズプロモーターを用いた組換えダイズの作出が期待できる。

ストレス応答性遺伝子を用いた組換えダイズの作製

ストレス耐性の付与に関わる代謝物質を制御した遺伝子組換え法は、過剰発現による生育阻害などの二次的な影響が少ないことから、ダイズにおいてもその効果が期待できる。

4. 3 環境ストレス受容関連遺伝子群の探索(東京大学・ストレス受容研究グループ)

(1) 研究実施内容及び成果

研究の概要

東京大学グループでは、これまでに行ってきたシロイヌナズナの乾燥ストレスシグナルの受容に関わる研究成果を生かして、シロイヌナズナやダイズのゲノム情報や遺伝子発現情報をもとに、乾燥耐性の付与に役立つ遺伝子を探索し、その機能を解析することを目指した。乾燥ストレスの受容に関しては、出芽酵母で浸透圧センサーとして働くヒスチジンキナーゼの相同遺伝子 *AHK1* がシロイヌナズナで乾燥ストレス応答を正に制御していることを明らかにしている。また、受容された浸透圧ストレスシグナルに応答して活性化して機能する転写因子 *DREB2A* が乾燥ストレス耐性を付与できる他、乾燥ストレスと関連が深い高温ストレス時にも機能し、高温耐性も付与することも明らかにしている。そこで、本プロジェクトでは、ダイズにおけるヒスチジンキナーゼ遺伝子 *AHK1* の相同遺伝子およびストレス誘導性の転写因子遺伝子 *DREB2A* の相同遺伝子を探索して解析を行った。また、関連のコンストラクトを設計、作製して Embrapa 大豆研に送付した。

ダイズにおけるヒスチジンキナーゼ遺伝子の単離と解析

まず、ダイズの *AHK1* 相同遺伝子の単離と解析について述べる。まず、目的の相同遺伝子を探索するため、ダイズゲノムデータベースに対して相同性検索を行い、ヒスチジンキナーゼファミリータンパク質をコードする遺伝子(*GmHK*) 12 個を見出した。これらについて、シロイヌナズナの相同性遺伝子との比較から遺伝子構造予測を行い、コードされるタンパク質の一次構造を推定した。*AHK1* はヒスチジンキナーゼの中でも、サイトカニンレセプターと近縁なタンパク質である。そこで、推定された 12 個の *GmHK* とシロイヌナズナのヒスチジンキナーゼ(*AHK*、4 個)の分子系統を解析したところ、ダイズにおいては *GmHK1A;1*、*GmHK1A;2*、*GmHK1B;1*、*GmHK1B;2* の 4 遺伝子が *AHK1* と同一のグループ(浸透圧センサーファミリー)に属することが明らかになった(図 4-3-1)。さらにアミノ酸配列から推定したドメイン構造の比較からも、これらの 4 遺伝子が *AHK1* と相同であることが確かめられた。

GmHK1A;1 と *GmHK1A;2*、*GmHK1B;1* と *GmHK1B;2* はそれぞれ染色体の重複によって生じたパラログであり非常に類似していることから、それぞれのペアのうち片方ずつ、*GmHK1A;1*、*GmHK1B;1* について、cDNA クローニングを行った。*GmHK1A;1* および *GmHK1B;1* がヒスチジンキナーゼおよび浸透圧センサーとしての活性を持っているかを明らかにするため、出芽酵母の変異体を用いた相補試験を行った。その結果、いずれの *GmHK* も酵母中でヒスチジンキナーゼ活性、および浸透圧ストレスセンサー活性を示すことが明らかになった。以上の結果から、ダイズにおいてもシロイヌナズナの *AHK1* 相同遺伝子による浸透圧ストレス応答の制御経路が存在していると考えられる。

現在、植物体において *GmHK1A;1* および *GmHK1B;1* が浸透圧応答に関わるかを解析するため、*AHK1* プロモーター制御下で *GmHK1A;1* または *GmHK1B;1* を発現するシロイヌナズナを作出して解析している。これまでに導入遺伝子の発現を確認し、試験に用いる系統を各 3 系統選抜した。過去に報告した *AHK1* 形質転換体と同様に、これらの植物と野生型植物と間に顕著な生育の違いは見られなかった。これらの植物を用いて、乾燥ストレス耐性試験等の表現型解析を行っている。

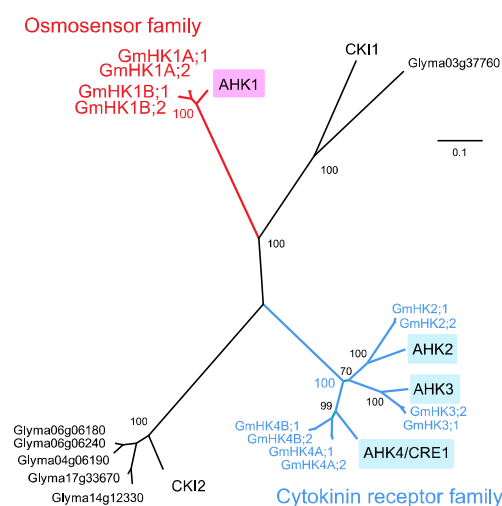


図 4-3-1. シロイヌナズナ及びダイズのヒスチジinkinaseファミリーの分子系統樹
シロイヌナズナ及びダイズのヒスチジinkinaseファミリーよりキナーゼドメインとレシーバードメインを含む保存領域を用いて分子系統樹を作成した。浸透圧センサーファミリーを赤字で、サイトカインレセプターファミリーを青字でそれぞれ示す。

ダイズにおける DREB2 型転写因子の単離と解析

次に、ダイズの *DREB2A* 相同遺伝子の単離と解析について述べる。まず、ダイズゲノムに対して相同性検索を行い、DREB2 型の転写因子をコードする遺伝子を探索した。その結果、ダイズには 21 個の DREB2 型転写因子が存在していることが明らかになった。これらの遺伝子について、遺伝子構造予測とアミノ酸配列の推定を行い、シロイヌナズナの DREB2 型転写因子とともに分子系統およびドメイン構造の解析を行った。その結果、DREB2A と相同性が高く、ドメイン構造が類似したタンパク質をコードする遺伝子として *GmDREB2A;2* が見出された(図 4-3-2)。さらに、ダイズにおける発現解析の結果、*GmDREB2A;2* の発現量は、低温、高温、乾燥、高塩濃度の各ストレスにより著しく増加することが明らかになった(図 4-3-2)。また、ダイズおよびシロイヌナズナプロトプラストの一過的遺伝子発現系を用いたレポーターアッセイから、*GmDREB2A;2* がプロモーター上の標的配列 DRE を介して転写を活性化させる能力を持っていることが確認された。シロイヌナズナの DREB2A はタンパク質中に負の活性制御ドメイン(NRD)と呼ばれる配列を持っており、この配列を取り除くことで、活性を高めることができる。*GmDREB2A;2* も類似した配列を持っていたため、全長の *GmDREB2A;2* (*GmDREB2A;2* FL)からこの配列を除去した *GmDREB2A;2* (*GmDREB2A;2* CA)を作製し、一過的遺伝子発現系により転写活性化能を解析した。その結果、*GmDREB2A;2* CA は DRE をつないだレポーターの活性を、*GmDREB2A;2* FL よりもさらに増加させた(図 4-3-3)。

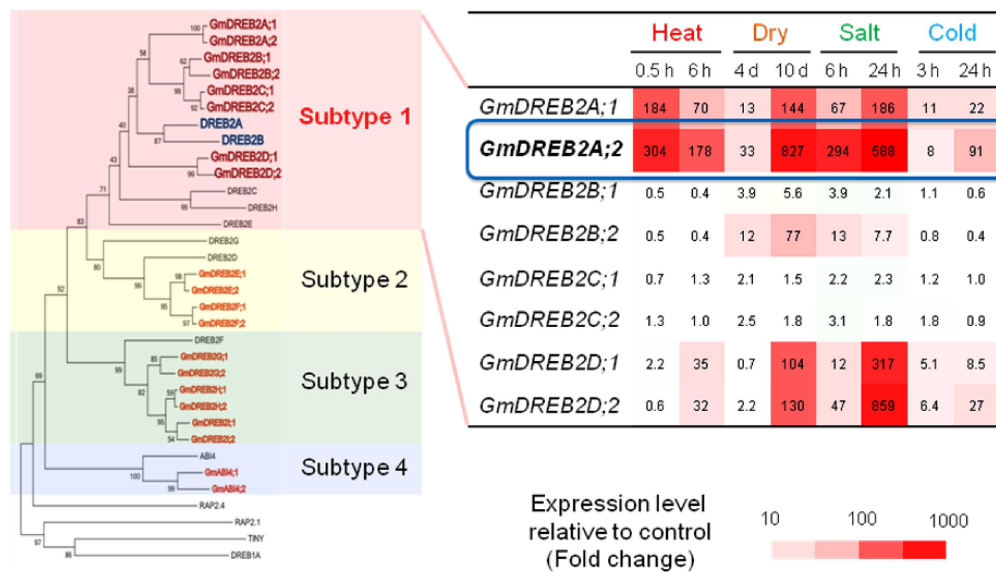


図 4-3-2. *GmDREB2A;2* 遺伝子の同定
 左: ダイズとシロイヌナズナの DREB2 型転写因子の分子系統樹;
 右: ストレス応答に関連の深い Subtype 1 に属する *GmDREB2* の発現解析

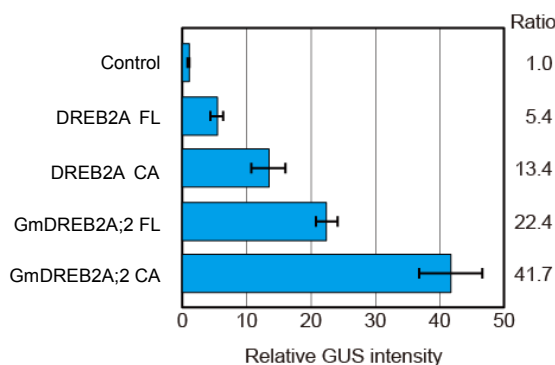


図 4-3-3. *GmDREB2A;2* の転写活性化能の解析
GmDREB2A;2 の全長 (FL) および NRD に類似した配列を除いた断片 (CA) を用いて DRE を介した転写活性化能を解析した。
GmDREB2A;2 は顕著な活性を示し、特に CA の活性は高かった。

以上のように、*GmDREB2A;2* は *DREB2A* と機能的に相同であることが確認されたため、*GmDREB2A;2* FL および *GmDREB2A;2* CA を発現する形質転換シロイヌナズナを作出した。*GmDREB2A;2* FL を 35S プロモーター制御下で恒常的に発現させた植物 (*35S:GmDREB2A;2* FL) は正常に生育したが、*GmDREB2A;2* CA を同様に 35S プロモーター制御下で恒常的に発現させた植物 (*35S:GmDREB2A;2* CA) では、生育が著しく抑制された。一方、*GmDREB2A;2* CA を乾燥誘導性の *RD29A* プロモーターの制御下で発現させた場合 (*RD29A:GmDREB2A;2* CA) では、生育は抑制されなかった。次に、正常に生育する植物を使って、ストレス耐性試験を行った。その結果、*35S:GmDREB2A;2* FL は、高温耐性が向上し、*RD29A:GmDREB2A;2* CA は、乾燥ストレス耐性が向上していた (図 4-3-4)。以上のことから、*GmDREB2A;2* は、植物体においてシロイヌナズナの *DREB2A* と同様に機能し、高温および乾燥ストレスに耐性を付与する能力があることが示された。一方、*GmDREB2A;2* FL および *GmDREB2A;2* CA を恒常的に発現させた形質転換シロイヌナズナについて遺伝子発現解析を行い、これらの植物では、ストレス応答性遺伝子の発現が強くなっていることを確認した。また発現が強くなった遺伝子のプロモーターを解析した結果、*GmDREB2A;2* は *DREB2A* と同じく DRE 配列を認識することが明らかになった。しかし個々の下流遺伝子の発現パターンに着目すると、シロイヌナズナの *DREB2A* を発現させた場合と比べて発現が強くなる遺伝子や弱くなる遺伝子があったことから、*DREB2A* と *GmDREB2A;2* の間で、下流の認識が部分的に異なっていると考えられ、ダイズにおいては *DREB2A* よりも *GmDREB2A;2* を用いた方がより適切に下流の遺伝子を制御できる可能性が示された。以上の結果は、原著論文 37、口頭発表 18 およ

びポスター発表 10 において発表している。

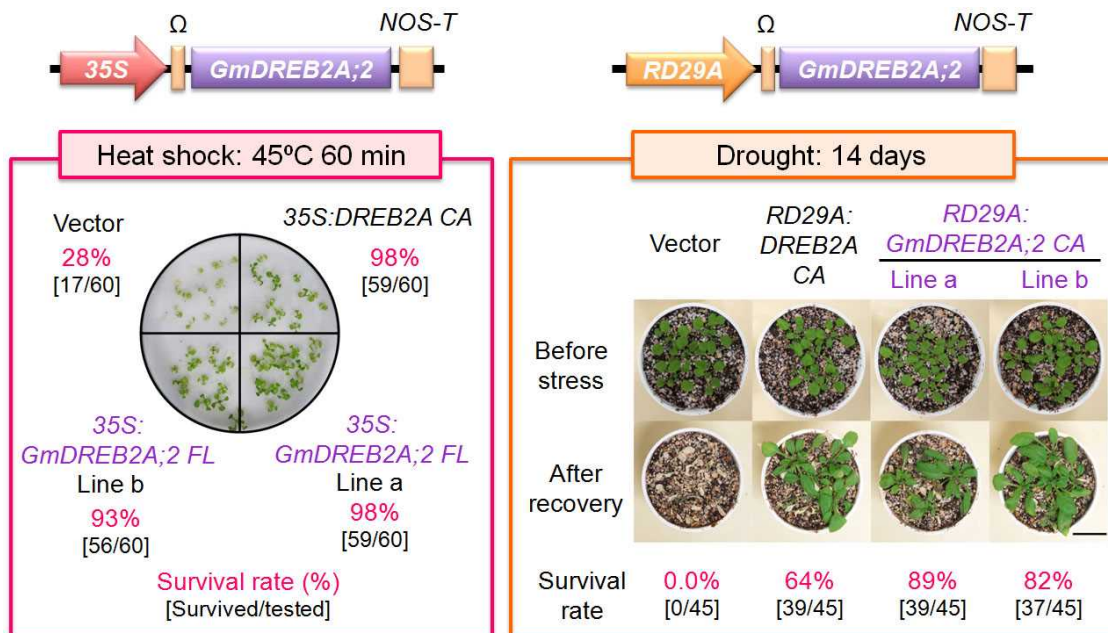


図 4-3-4. GmDREB2A;2 形質転換植物のストレス耐性試験

左: 35S:GmDREB2A;2 FL 植物における高温耐性の向上; 右: RD29A:GmDREB2A;2 CA 植物における乾燥耐性の向上。

2012/2013 の生育シーズンに Embrapa 大豆研に赴き、圃場にて生育しているダイズ(ブラジル品種、BR16)から抽出した RNA を用い、GmDREB2A;2 の発現解析を行ったところ、GmDREB2A;2 遺伝子の発現は、灌水区と比較して、乾燥ストレス下に置かれているレインアウトシェルター内の植物において強くなっていることが確かめられた。したがって、GmDREB2A;2 は、圃場においてストレスを受けたダイズにおいて実際に機能していると考えられる。

次に GmDREB2A;2 のダイズにおける標的遺伝子を探索した。ダイズプロトプラストにおいて GmDREB2A;2FL や GmDREB2A;2 CA を一過的に発現させ、標的遺伝子候補の発現量を解析したところ、いずれの遺伝子の発現量も、対照区と比べて高くなっていた。このことから GmDREB2A;2 はこのようなストレス誘導性遺伝子の発現を制御することでストレス耐性獲得に寄与している可能性が示された。

シロイヌナズナの高温耐性を向上する DREB2A 相互作用因子のダイズにおける有効性の検討
これまでシロイヌナズナにおいて行った研究で、DREB2A は別の因子と相互作用し、協調して高温ストレス下での遺伝子発現を強め、高温耐性の獲得に寄与していることを明らかにした。そこで、この因子のダイズにおける有効性を検討する実験を行った。この結果をもとに、日本を含む4ヶ国に特許を出願している(海外出願 1)。

ブラジル農牧研究公社大豆研究所へのプラスミド提供

本プロジェクトにおいては、6 種類のプラスミドを作製し、既に Embrapa 大豆研に送付した。

ブラジルで作出された形質転換ダイズの解析

本プロジェクトにおいて Embrapa 大豆研において作出された系統を輸入し、解析を実施している。

カウンターパートへの技術移転の状況

2014 年 10 月～11 月、招へい外国人研究員として、Patricia Teruko Honna 修士課程学生を受け入

れ、ダイズの自動灌水装置を用いた乾燥ストレス処理時の応答および耐乾性の付与に関わる技術の習得に関する研修を実施した。

(2) 研究成果の今後期待される効果

Embrapa 大豆研に送付したコンストラクトから作製された形質転換ダイズを用いた圃場試験において、乾燥ストレス耐性の向上やストレス時の収穫量の向上が示されれば、ストレス耐性ダイズの育種に貢献することができる。また、作出されたダイズを輸入して解析することで、導入した遺伝子が実際にダイズで機能しているかどうか確認することができる。さらに、形質転換ダイズで得られた結果を形質転換シロイヌナズナで得られた結果と比較することで、これらの植物間でのストレス応答経路の共通点および相違点が明らかになる。このことは、今後他の作物への展開を考える上で重要な知見となる。

4. 4 形質転換ダイズの作出と環境ストレス耐性評価(ブラジル農牧研究公社・ダイズ形質転換グループ)

(1)研究実施内容及び成果

①研究のねらい

本プロジェクトでは、ダイズの形質転換にあたり、ブラジル農牧研究公社(Embrapa)が特許を持ち、これまで大豆研究所(大豆研)で行われてきたパーティクルガン法と、JICA 専門家として本プロジェクトに参画している国際農林水産業研究センター(JIRCAS)の金森主任研究員によるアグロバクテリウム法を用いる。

アグロバクテリウムによる形質転換は、少ないコピー数の遺伝子を導入でき、導入遺伝子の再編成が少ない。これにより短期間で固定系統を得ることができるなど、現行のパーティクルガン法に比べて利点が多い。今後、本プロジェクトで行う遺伝子導入を効率よく進めるために、ブラジルのダイズ品種のアグロバクテリウムによる形質転換系の確立が必要である。

さらに、これら 2 種類の形質転換法を用いて得られた組換えダイズを隔離温室および隔離圃場にて耐性評価し、エリートラインを選抜する。

②研究実施方法

ブラジルのプロジェクトリーダーの Dr. Nepomuceno を中心として研究を行った。ただし平成 23 年 9 月 5 日から平成 25 年 9 月まで Dr. Nepomuceno が米国の Embrapa 研究室(LABEX USA)に出向となったため、平成 24 年 10 月まではバイオテクノロジー部の Dr. Francismar が代理リーダーを務め、平成 24 年 11 月からはバイオテクノロジー部の Dr. Ricardo Vilela Abdelnoor が代理リーダーを務めた。また、生態生理部の Dr. Norman が補佐役となってプロジェクトを進めている。

研究実施方法として、日本側より送られた遺伝子組換え用コンストラクトをダイズに導入し、得られた系統を用いて、隔離温室および隔離圃場にて耐乾性実験を行い、植物生理学的手法や分子生物学的手法を用いて解析を行う。

アグロバクテリウムを用いた形質転換系の確立については、ブラジルダイズから組換えに適した品種を選び、B-グロクロニダーゼ(GUS)をレポーター遺伝子として用いて実験を行った。

③研究成果

パーティクルガン法を用いた形質転換

日本から送られたパーティクルガン用コンストラクト 7 種類を用いてダイズを形質転換し、6 種類のコンストラクトから遺伝子組換え系統を得ることに成功した。残り 1 種類からは T0 世代は得られた物の、T1 世代を得る事ができなかった。

マイクロアレイ等の遺伝子発現解析を行うために得られた遺伝子導入ダイズを日本へ送付した。

平成 24 年度までパーティクルガンを用いた遺伝子導入を行っていたが、平成 25 年 10 月から

商業化に非実用的でないパーティクルガン法を中止し、アグロバクテリウム法による形質転換のみを行なうことになった。

アグロバクテリウムを用いた形質転換

アグロバクテリウム形質転換法の確立を行った。最初、ブラジルのダイズ品種 BR 16 を用いて GUS 遺伝子の形質転換を開始した。ダイズ種子から胚を取り出し、35S:GUS コンストラクトを持つアグロバクテリウムを感染させ、遺伝子組換えシュートを伸長させる事で形質転換系の確立に成功した。形質転換効率は1.5%であった (Kanamori et al. (2011) JIRCAS Working Report)。続いて、アグロバクテリウム形質転換法を用いて、日本から送付されたコンストラクトを持つアグロバクテリウムを感染させ、組換えダイズ(T₁)2 系統を作出した。これらの系統は日本に送付した。

さらにアグロバクテリウム形質転換系の改善を実施した。多くの研究室が採用し、形質転換効率が高いことが報告されている子葉軸を用いた形質転換系の確立を行った。ブラジルのダイズ品種から感染効率及びシュート形成率の高い BRS 184 を選び、35S:GUS コンストラクトを形質転換した。172 個の子葉軸にアグロバクテリウムを感染させて遺伝子導入を行ったところ、T₀ 世代 3 系統から遺伝子導入を示すバンドが検出できた。形質転換効率は 1.7% であった。

さらに2種類のコンストラクトの形質転換を行い、T₁ 世代においてそれぞれ3系統、2系統の組換えダイズを得る事に成功した。現在、新たに 5 種類のコンストラクトを用いて形質転換を行っている。

遺伝子組換え系統の温室での実験結果

日本から送られたコンストラクトを導入した遺伝子組換えダイズを用いて、温室レベルで表現型、乾燥耐性を評価した。その結果、これまでに少なくとも 4 種類のコンストラクトを導入した遺伝子組換えダイズにおいて乾燥耐性の向上が認められた。

遺伝子組換え系統の圃場での実験結果

温室レベルの試験において乾燥耐性の向上が確認された遺伝子組換え系統を用いて、Embrapa 大豆研において、2009/2010 作期から、組換え体用の隔離圃場およびレインアウトシェルター (図 4-4-1) を用いた干ばつ耐性試験が行われた。



図 4-4-1 Embrapa 大豆研の隔離圃場にあるレインアウトシェルター

2012/2013 作期までの圃場試験においては、比較的雨量が多く、十分な干ばつ条件を作り出す事ができなかった。2012/2013 作期における大豆研圃場の水バランスを図 4-4-2 に示した。これらの試験では、いくつかの生理的パラメーターに有効性が認められたものの、収穫量を比較すると有意な増収が確認されるには至らなかった。

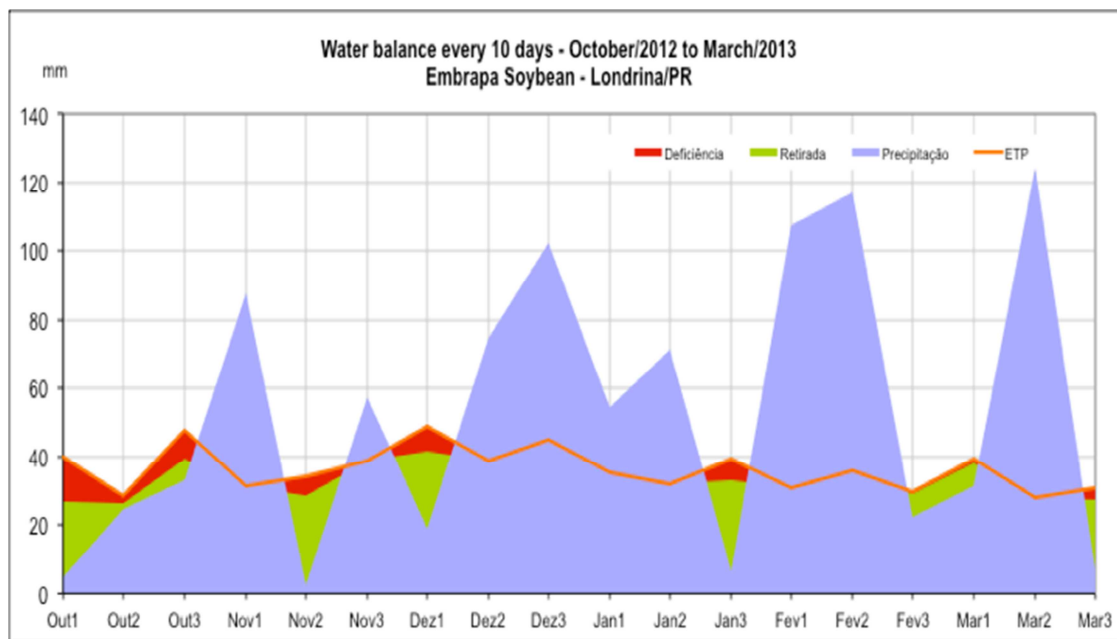


図 4-4-2 2012/2013 作期における大豆研圃場の水バランス

2013/2014 作期には、遺伝子組換え系統を含む 6 種類の遺伝子型が評価された。図 4-4-3 に水バランスを示したが、実験圃場では 12 月 5 日から 49 日間降雨が無く、高温(例年より 3°C 高かった)であった。試験に供試した *SAT5* 遺伝子導入ダイズ系統では緑色で枯れた様子も無く、視覚的に良かった。また葉に鱗翅目害虫の幼虫による食害が極めて少ないということが観察された。大豆研の昆虫学研究室で追試が行なわれ、確認された。設定下すべての水ストレス条件—灌漑 (IRR)、無灌漑(NIRR)、栄養成長期に干ばつストレス(DSV)、生殖成長期にストレス (DSR)—での生理学的、農学的データから *SAT5* 遺伝子導入系統は他の品種と形質転換系統と比較して、草丈の伸長、晩生化、種子重量の増加が見られた。干ばつ下 (DSV と DSR) では、*SAT5* 遺伝子導入系統は他のダイズと比較して鞘の総重量が大きかった。

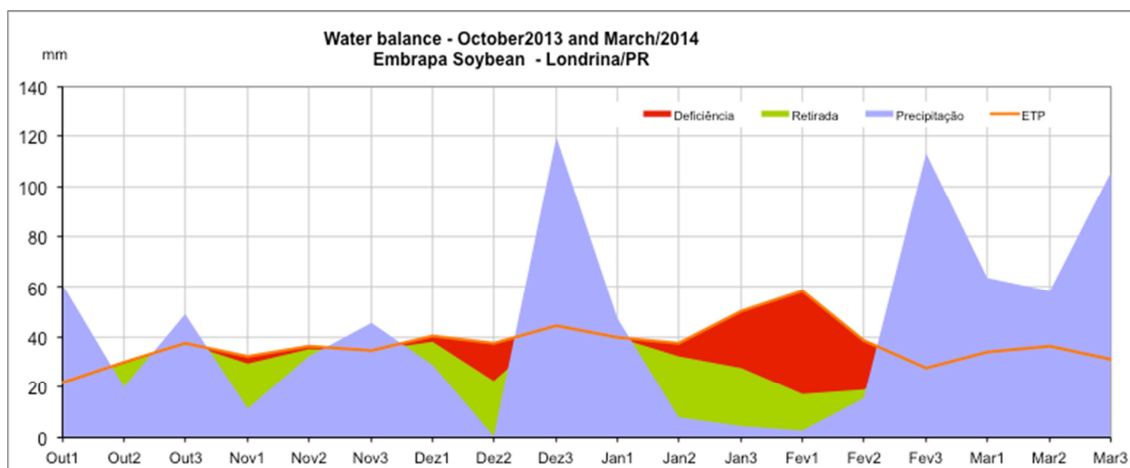


図 4-4-3 2013/2014 作期における大豆研圃場の水バランス

2014/2015 作期には、CTNBio から圃場実験の認可を得て、*SAT5* 遺伝子導入系統を含む 8 種類の遺伝子型が圃場実験に供与されたが、播種後、降雨量が少なく実験を開始するまで給水を行った。その後も降雨量が少なく、生育がかなり遅れているため、収穫がずれ込み、データ解

析が例年より遅れる見込み。

④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

JICA プロジェクトでは環境ストレス耐性ダイズの作出技術の開発を目標としている。本開発に必要な技術として、サザンハイブリダイゼーション法およびアグロバクテリウムを用いたダイズの形質転換法がある。サザンハイブリダイゼーション法をアマンダ・パイバおよびシベレ・エンゲルス研究員に、アグロバクテリウムを用いた形質転換法を技術員セザー・シルヴェイラ、ラリッサ・ジロット、マリアセシリア・アマラル・ソルデラにそれぞれ技術移転した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

2013/2014 作期の圃場試験において、試験に供試した *SAT5* 遺伝子導入系統において、目的の干ばつ耐性以外に虫による食害が極めて少ないことが観察された。実験室での予備試験でもこのことが確認され、更なる詳細実験を実施した。現在ブラジルでは虫による食害被害が大きな問題となっており、この特性も期待される。

(2) 研究成果の今後期待される効果

- ・ ブラジルのダイズ品種においてもアグロバクテリウム法による遺伝子導入が高い効率で実施することが可能になったことは、環境ストレス耐性遺伝子の導入だけでなく、他の有用遺伝子を導入する際にも有効であり、種々の有益な特性を向上させた品種の開発を可能にする。
- ・ 圃場試験において干ばつ耐性が確認された *SAT5* 遺伝子を導入した組換えダイズについては干ばつ耐性以外にも昆虫の食害に対する耐性も確認されたことから、品種育成への利用が期待される。今後は、実用化に向け、導入遺伝子の実用品種への移行、他のエリアでの試験、安全試験等が必要である。干ばつ耐性のダイズが実用化された場合、ブラジルにおけるダイズ生産の安定化、拡大だけでなく、同様の問題を抱えている南米諸国（アルゼンチン、パラグアイ等）やアフリカ等でも活用される可能性があり、社会への波及効果は大きい。
- ・ 本プロジェクトで開発された環境ストレス耐性作物の作出技術については、ダイズ以外の作物にも利用できると考えられる。

§ 5 成果発表等

(1)原著論文発表（国内(和文)誌 0件、国際(欧文)誌 72件）

1. 著者、論文タイトル、掲載誌 巻、号、発行年

1. Nakashima, K., Fujita, Y., Kanamori, N., Katagiri, T., Umezawa, T., Kidokoro, S., Maruyama, K., Yoshida, T., Ishiyama, K., Kobayashi, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2009) Three *Arabidopsis* SnRK2 protein kinases, SRK2D/SnRK2.2, SRK2E/SnRK2.6/OST1 and SRK2I/SnRK2.3 involved in ABA-signaling are essential for the control of seed development and dormancy. *Plant Cell Physiol.* 50, 1345-1363.
2. Maruyama, K., Takeda, M., Kidokoro, S., Yamada, K., Sakuma, Y., Urano, K., Fujita, M., Yoshiwara, K., Matsukura, S., Morishita, Y., Sasaki, R., Suzuki, H., Saito, K., Shibata, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2009) Metabolic pathways involved in cold acclimation identified by integrated analysis of metabolites and transcripts regulated by DREB1A and DREB2A. *Plant Physiol.* 150, 1972-1980.
3. Umezawa, T., Sugiyama, N., Mizoguchi, M., Hayashi, S., Myouga, F., Yamaguchi-Shinozaki, K., Ishihama, Y., Hirayama, T., Shinozaki, K. (2009) Type 2C protein phosphatases directly regulate abscisic acid-activated protein kinases in *Arabidopsis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 106, 17588-17593.
4. Mochida, K., Yoshida, T., Sakurai, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.-S.P.

- (2009) *In silico* analysis of transcription factor repertoire and prediction of stress responsive transcription factors in soybean. *DNA Res.* 16, 353-369.
5. Kidokoro, S., Maruyama, K., Nakashima, K., Imura, Y., Narusaka, Y., Shinwari, Z.K., Osakabe, Y., Fujita, Y., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2009) The phytochrome-interacting factor PIF7 negatively regulates *DREB1* expression under circadian control in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 151, 2046-2057.
 6. Fujita, Y., Nakashima, K., Yoshida, T., Katagiri, T., Kidokoro, S., Kanamori, N., Umezawa, T., Fujita, M., Maruyama, K., Ishiyama, K., Kobayashi, M., Nakasone, S., Yamada, K., Ito, T., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2009) Three SnRK2 protein kinases are the main positive regulators of abscisic acid signaling in response to water stress in *Arabidopsis*. *Plant Cell Physiol.* 50, 2123-2132.
 7. Schmutz, J., Cannon, S.B., Schlueter, J., Ma, J., Mitros, T., Nelson, W., Hyten, D.L., Song, Q., Thelen, J.J., Cheng, J., Xu, D., Hellsten, U., May, G.D., Yu, Y., Sakurai, T., Umezawa, T., Bhattacharyya, M.K., Sandju, D., Valliyodan, B., Lindquist, E., Peto, M., Grant, D., Shu, S., Goodstein, D., Barry, K., Futrell-Griggs, M., Abernathy, B., Du, J., Tian, Z., Zhu, L., Gill, N., Joshi, T., Libault, M., Sethuraman, A., Zhang, X-C., Shinozaki, K., Nguyen, H.T., Wing, R.A., Cregan, P., Specht, J., Grimwood, J., Rokhsar, D., Stacey, G., Shoemaker, R.C., Jackson, S.A. (2010) Genome sequence of the palaeopolyploid soybean. *Nature* 463, 178-183.
 8. Mochida, K., Yoshida, T., Sakurai, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.S. (2010) LegumeTFDB: An integrative database of *Glycine max*, *Lotus japonicus* and *Medicago truncatula* transcription factors. *Bioinformatics* 26, 290-291.
 9. Yamada, K., Osakabe, Y., Mizoi, J., Nakashima, K., Fujita, Y., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Functional analysis of an *Arabidopsis thaliana* abiotic stress-inducible facilitated diffusion transporter for monosaccharides. *J. Biol. Chem.* 285, 1138-1146.
 10. Yoshida, T., Fujita, Y., Sayama, H., Kidokoro, S., Maruyama, K., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) AREB1, AREB2, and ABF3 are master transcription factors that cooperatively regulate ABRE-dependent ABA signaling involved in drought stress tolerance and require ABA for full activation. *Plant J.* 61, 672-685.
 11. Kuromori, T., Miyaji, T., Yabuuchi, H., Shimizu, H., Sugimoto, E., Kamiya, A., Moriyama, Y., Shinozaki, K. (2010) ABC transporter AtABCG25 is involved in abscisic acid transport and responses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 107, 2361-2366.
 12. Osakabe, Y., Mizuno, S., Tanaka, H., Maruyama, K., Osakabe, K., Todaka, D., Fujita, Y., Kobayashi, M., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Overproduction of the membrane-bound receptor-like protein kinase1, RPK1, enhances abiotic stress tolerance in *Arabidopsis*. *J. Biol. Chem.* 285, 9190-9201.
 13. Mizoguchi, M., Umezawa, T., Nakashima, K., Kidokoro, S., Takasaki, H., Fujita, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Two closely related subclass II SnRK2 protein kinases cooperatively regulate drought-inducible gene expression. *Plant Cell Physiol.* 51, 842-847.
 14. Mochida, K., Yoshida, T., Sakurai, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.-S. P. (2010) Genome-wide analysis of two-component systems and prediction of stress-responsive two-component system members in soybean. *DNA Res.* 17, 303-324.
 15. Mitsuda, N., Ikeda, M., Takada, S., Takiguchi, Y., Kondou, Y., Yoshizumi, T., Fujita, M., Shinozaki, K., Matsui, M., Ohme-Takagi, M. (2010) Efficient yeast one-/two-hybrid screening using a library composed only of transcription factors. *Plant Cell Physiol.* 51, 2145-2151.
 16. Taji, T., Komatsu, K., Katori, T., Kawasaki, Y., Sakata, Y., Tanaka, S., Kobayashi, M., Toyoda, A., Seki, M., Shinozaki, K. (2010) Comparative genomic analysis of 1047 completely sequenced cDNAs from an *Arabidopsis*-related model halophyte, *Thellungiella halophila*. *BMC Plant Biol.* 10, 261.
 17. Kuromori, T., Shinozaki, K. (2010) ABA transport factors found in *Arabidopsis* ABC transporters. *Plant Signaling Behav.* 5, 1124-1126.
 18. Le, D.T., Nishiyama, R., Watanabe, Y., Mochida, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K.,

- Tran, L.S. (2011). Genome-wide expression profiling of soybean two-component system genes in soybean root and shoot tissues under dehydration stress. *DNA Res.* 18, 17-29.
19. Takahashi F., Mizoguchi T., Yoshida R., Ichimura K., Shinozaki K. (2011) Calmodulin-dependent activation of MAP kinase for ROS homeostasis in Arabidopsis. *Mol. Cell* 41, 649-660.
 20. Le, D.T., Nishiyama, R., Watanabe, Y., Mochida, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.S. (2011) Genome-wide survey and expression analysis of the plant-specific NAC transcription factor family in soybean during development and dehydration stress. *DNA Res.* 18, 263-276.
 21. Nishiyama, R., Watanabe, Y., Fujita, Y., Le, D.T., Kojima, M., Werner, T., Vanková, R., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Kakimoto, T., Sakakibara, H., Schmülling, T., Tran, L.-S.P. (2011) Analysis of cytokinin mutants and regulation of cytokinin metabolic genes reveals important regulatory roles of cytokinins in drought, salt and ABA responses, and ABA biosynthesis. *Plant Cell* 23, 2169-2183.
 22. Nanjo, Y., Maruyama, K., Yasue, H., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Komatsu, S. (2011) Transcriptional responses to flooding stress in roots including hypocotyl of soybean seedlings. *Plant Mol. Biol.* 77, 129-144.
 23. Kuromori, T., Sugimoto, E., Shinozaki, K. (2011) Arabidopsis mutants of *AtABCG22*, an ABC transporter gene, increase water transpiration and drought susceptibility. *Plant J.* 67, 885-894.
 24. Kuromori, T., Ito, T., Sugimoto, E., Shinozaki, K. (2011) Arabidopsis mutant of *AtABCG26*, an ABC transporter gene, is defective in pollen maturation. *J. Plant Physiol.* 168, 2001-2005.
 25. Kodaira, K., Qin, F., Tran, L.-S.P., Maruyama, K., Kidokoro, S., Fujita, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Arabidopsis C2H2 zinc-finger proteins AZF1 and AZF2 negatively regulate ABA-repressive and auxin-inducible genes under abiotic stress conditions. *Plant Physiol.* 157, 742-756.
 26. Yoshida, T., Ohama, N., Nakajima, J., Kidokoro, S., Mizoi, J., Nakashima, K., Maruyama, K., Kim, J.-M., Seki, M., Todaka, D., Osakabe, Y., Sakuma, Y., Schöfl, F., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Arabidopsis HsfA1 transcription factors function as the main positive regulators in heat shock-responsive gene expression. *Mol. Genet. Genomics* 286, 321-332.
 27. Polizel, A.M., Medri, M.E., Nakashima, K., Yamanaka, N., Farias, J.R.B., Neves de Oliveira, M.C., Marin, S.R.R., Abdelnoor, R.V., Marcelino-Guimarães, Fuganti, F.C.R., Rodrigues, F.A., Stolf-Moreira, R., Beneventi, M.A., Rolla, A.A.P., Neumaier, N., Yamaguchi-Shinozaki, K., Carvalho, J.F.C., Nepomuceno, A.L. (2011) Molecular, anatomical and physiological properties of a soybean genetically modified line transformed with *rd29A:AtDREB1A* for the improvement of drought tolerance. *Genet. Mol. Res.* 10, 3641-3656.
 28. Kim, J.-S., Mizoi, J., Yoshida, T., Fujita, Y., Nakajima, J., Ohori, T., Todaka, D., Nakashima, K., Hirayama, T., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) An ABRE promoter sequence is involved in osmotic stress-responsive expression of the *DREB2A* gene, which encodes a transcription factor regulating drought-inducible genes in Arabidopsis. *Plant Cell Physiol.* 52, 2136-2146.
 29. Qin, F., Kodaira, K., Maruyama, K., Mizoi, J., Tran, L.-S.P., Fujita, Y., Morimoto, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) *SPINDLY*, a negative regulator of GA signaling, is involved in the plant abiotic stress response. *Plant Physiol.* 157, 1900-1913.
 30. Yamada, K., Kanai, M., Osakabe, Y., Ohiraki, H., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) The monosaccharide absorption activity of Arabidopsis roots depends on the expression profiles of transporter genes under high salinity conditions. *J. Biol. Chem.* 286, 43577-43586.
 31. Maruyama, K., Todaka, D., Mizoi, J., Yoshida, T., Kidokoro, S., Matsukura, S., Takasaki, H., Sakurai, T., Yamamoto, Y.Y., Yoshiwara, K., Kojima, M., Sakakibara, H., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Identification of cis-acting promoter elements in cold- and dehydration-induced transcriptional pathways in Arabidopsis, rice and soybean. *DNA Res.* 9, 37-49.

32. Tanaka, H., Osakabe, Y., Katsura, S., Mizuno, S., Maruyama, K., Kusakabe, K., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Abiotic stress-inducible receptor-like kinases negatively control ABA signaling in *Arabidopsis*. *Plant J.* 70, 599-613.
33. Uraji, M., Katagiri, T., Okuma, E., Ye, W., Hossain, M. A., Masuda, C., Miura, A., Nakamura, Y., Mori, I., Shinozaki, K. and Murata, Y. (2012) Cooperative function of PLDdelta and PLDalpha1 in ABA-induced stomatal closure in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 159, 450-60.
34. Fujita, M., Fujita, Y., Iuchi, S., Yamada, K., Kobayashi, Y., Urano, K., Kobayashi, M., Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. (2012) Natural variation in a polyamine transporter determines paraquat tolerance in *Arabidopsis*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109, 6343-6347.
35. Kim, J.-S., Mizoi, J., Kidokoro, S., Maruyama, K., Nakajima, J., Nakashima, K., Mitsuda, N., Takiguchi, Y., Ohme-Takagi, M., Kondou, Y., Yoshizumi, T., Matsui, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) *Arabidopsis* GROWTH-REGULATING FACTOR 7 functions as a transcriptional repressor of ABA- and osmotic stress-responsive genes including DREB2A. *Plant Cell* 24, 3393-3405.
36. Todaka, D., Nakashima, K., Maruyama, K., Kidokoro, S., Osakabe, Y., Ito, Y., Matsukura, S., Fujita, Y., Yoshiwara, K., Ohme-Takagi, M., Kojima, M., Sakakibara, H., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Rice phytochrome-interacting factor-like protein OsPIL1 functions as a key regulator of internode elongation and induces a morphological response to drought stress. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109(39), 15947-15952.
37. Mizoi, J., Ohori, T., Moriwaki, T., Kidokoro, S., Todaka, D., Maruyama, K., Kusakabe, K., Osakabe, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) GmDREB2A;2, a canonical DREB2-type transcription factor in soybean, is post-translationally regulated and mediates DRE-dependent gene expression. *Plant Physiol.* 161, 346-361.
38. Barbosa, E.G.G., Leite, J.P., Marin, S.R.R., Marinho, J.P., Carvalho, J.F.C., Fuganti-Pagliarini, R., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Marcelino-Guimarães, F.C., Oliveira, M.C.N., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nakashima, K., Maruyama, K., Kanamori, N., Fujita, Y., Yoshida, T., Nepomuceno, A.L. (2012) Overexpression of the ABA-dependent *AREB1* transcription factor from *Arabidopsis thaliana* improves soybean tolerance to water-deficit. *Plant Mol. Biol. Rep.* 31, 719-730.
39. Rodrigues, F.A., Marcolino-Gomes, J., Carvalho, J.F.C., Nascimento, L.C., Neumaier, N., Farias, J.R.B., Carazzolle, M.F., Marcelino-Guimarães, F.C., Nepomuceno, A.L. (2012) Subtractive libraries for prospecting differentially expressed genes in the soybean under water deficit. *Genet. Mol. Biol.* 35, 304-314.
40. Santos, E.L., Cattelan, A. J., Prete, C.E.C., Neumaier, N., Oliveira, M.C.N., Farias, J.R.B., Nepomuceno, A.L., Carvalho, J.F.C. (2012) Estresse hídrico afetando nodulação, óleo, proteína e produtividade de dez cultivares de soja. *Global Sci. Technol.* 5, 109-120.
41. Benko-Iseppon, A.M., Nepomuceno, A.L., Abdelnoor, R.V. (2012) GENOSOJA - the Brazilian soybean genome consortium: high throughput genomics and beyond. *Genet. Mol. Biol.* 35, i-iv.
42. Neves-Borges, A.C., Nepomuceno, A.L., Grossi-De-Sá, M.De.F., Loureiro, M.E., Cruz, F., Mesquita, R.O., Alves-Ferreira, M., Guimarães-Dias, F., Romano, E., Nepomuceno, A.L. (2012) Expression pattern of drought stress marker genes in soybean roots under two water deficit systems. *Genet. Mol. Biol.* 35, 212-221.
43. Guimarães-Dias, F., Neves-Borges, A.C., Viana, A.A.B., Mesquita, R., Oliveira, M.C.N., Romano, E., Grossi-De-Sá, M.De.F., Nepomuceno, A.L., Loureiro, M.E., Alves-Ferreira, M. (2012) Expression analysis in response to drought stress in soybean: shedding light on the regulation of metabolic pathway genes. *Genet. Mol. Biol.* 35, 222-232.
44. Soares-Cavalcanti, N.M., Belarmino, L.C., Kido, E.A., Wanderley-Nogueira, A.C., Bezerra-Neto, J. P., Cavalcanti-Lira, R., Pandolfi, V., Nepomuceno, A.L., Abdelnoor, R.V., Nascimento, L.C. Benko-Iseppon, A.M. (2012) In silico identification of known osmotic stress responsive genes from *Arabidopsis* in soybean and *Medicago*. *Genet. Mol. Biol.* 35, 315-321.

45. Osakabe, Y., Arinaga, N., Umezawa, T., Katsura, S., Nagamachi, K., Tanaka, H., Ohiraki, H., Yamada, K., Seo, S.-U., Abo, M., Yoshimura, E., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Osmotic stress response and plant growth controlled by the potassium transporters in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 25, 609-624.
46. Marcolino-Gomes, J., Rodrigues, F.A., Oliveira, M.C.N., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Abdelnoor, R.V., Marcelino-Guimarães, F.C., Nepomuceno, A.L. (2013) Expression patterns of GmAP2/EREB-like transcription factors involved in soybean responses to water deficit. *PLoS One* 8, e62294.
47. Nakayama, T.J., Rodrigues, F.A., Neumaier, N., Marcelino-Guimarães, F.C., Farias, J.R.B., Oliveira, M.C.N., Borém, A., Oliveira, A.C.B., Emygdio, B.M., Nepomuceno, A.L. (2013) Reference genes for quantitative real-time polymerase chain reaction studies in soybean plants under hypoxic conditions. *Genet. Mol. Res.* 13, 860-871.
48. Engels, C., Fuganti-Pagliarini, R., Marin, S.R.R., Marcelino-Guimarães, F.C., Oliveira, M.C.N., Kanamori, N., Mizoi, J., Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2013) Introduction of the *rd29A:AtDREB2A* CA gene into soybean (*Glycine max* L. Merrill) and its molecular characterization in the leaves and roots during dehydration. *Genet. Mol. Biol.* 36, 556-565.
49. Morimoto, K., Mizoi, J., Qin, F., Kim, J.-S., Sato, H., Osakabe, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Stabilization of *Arabidopsis* DREB2A is required but not sufficient for the induction of target genes under conditions of stress. *PLoS One* 8, e80457.
50. Sakurai, T., Yamada, Y., Sawada, Y., Matsuda, F., Akiyama, K., Shinozaki, K., Hirai, M. Y. and Saito, K. (2013) PRIME update: innovative content for plant metabolomics and integration of gene expression and metabolite accumulation. *Plant Cell Physiol.* 54, e5.
51. Myouga, F., Akiyama, K., Tomonaga, Y., Kato, A., Sato, Y., Kobayashi, M., Nagata, N., Sakurai, T. and Shinozaki, K. (2013) The chloroplast function database II: a comprehensive collection of homozygous mutants and their phenotypic/genotypic traits for nuclear-encoded chloroplast proteins. *Plant Cell Physiol.* 54, e2.
52. Behnam, B., Iuchi, S., Fujita, M., Fujita, Y., Takasaki, H., Osakabe, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Kobayashi, M. and Shinozaki, K. (2013) Characterization of the promoter region of an *Arabidopsis* gene for 9-*cis*-epoxycarotenoid dioxygenase involved in dehydration-inducible transcription. *DNA Res.* 20, 315-324.
53. Mochida, K., Uehara-Yamaguchi, Y., Takahashi, F., Yoshida, T., Sakurai, T. and Shinozaki, K. (2013) Large-scale collection and analysis of full-length cDNAs from *Brachypodium distachyon* and integration with pooidae sequence resources. *PloS One* 8, e75265.
54. Sakurai, T., Mochida, K., Yoshida, T., Akiyama, K., Ishitani, M., Seki, M. and Shinozaki, K. (2013) Genome-wide discovery and information resource development of DNA polymorphisms in cassava. *PloS One* 8, e74056.
55. Umezawa, T., Sugiyama, N., Takahashi, F., Anderson, J.C., Ishihama, Y., Peck, S.C. and Shinozaki, K. (2013) Genetics and phosphoproteomics reveal a protein phosphorylation network in the abscisic acid signaling pathway in *Arabidopsis thaliana*. *Sci Signal* 6, rs8.
56. Britto-Kido, S.A., Neto, J.R.C.F., Pandolfi, V., Marcelino-Guimarães, F.C., Nepomuceno, A.L., Abdelnoor, R.V., Benko-Iseppon, A.M., Kido, E.A. (2013) Natural Antisense Transcripts in Plants: A Review and Identification in Soybean Infected with *Phakopsora pachyrhizi* SuperSAGE Library. *The Scientific World J.* 1-14.
57. Lopes-Caitar, V. S., De Carvalho, M. C., Darben, L.M., Kuwahara, M.K., Nepomuceno, A.L., Dias, W. P., Abdelnoor, R.V., Marcelino-Guimarães, F. C. (2013) Genome-wide analysis of the Hsp20 gene family in soybean: comprehensive sequence, genomic organization and expression profile analysis under abiotic and biotic stresses. *BMC Genomics* 14, 577,1-17.
58. Kido, E.A., Ferreira Neto, J.R.C., Silva, R.L., Belarmino, L.C., Bezerra Neto, J.P. Soares-Cavalcanti, N.M., Pandolfi, V., Silva, M.D., Nepomuceno, A.L., Benko-Iseppon, A.M. (2013) Expression dynamics and genome distribution of osmoprotectants in soybean: identifying important components to face abiotic stress. *BMC Bioinformatic* 14, 1471-2105.
59. Cabreira, C., Cagliari, A., Bucker-Neto, L., Wiebke-Strohm, B., Freitas, L.B., Marcelino-Guimarães, F.C., Nepomuceno, A.L., Margis-Pinheiro, M.M.A.N.,

- Bodanese-Zanettini, M. (2013) The Lesion Simulating Disease (LSD) gene family as a variable in soybean response to *Phakopsora pachyrhizi* infection and dehydration. *Funct. Integrative Genomics* 13, 323-338.
60. de Paiva Rolla, A.A., Carvalho, J.F.C., Fuganti-Pagliarini, R., Engels, C., do Rio, A., Marin, S.R.R., de Oliveira, M.C.N., Marcelino-Guimarães, F.C., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2014) Phenotyping soybean plants transformed with rd29A:AtDREB1A for drought tolerance in the greenhouse and field. *Transgenic Res.* 23, 75-87.
 61. Kuromori, T., Sugimoto, E., Shinozaki, K. (2014) Inter-tissue signal transfer of abscisic acid from vascular cells to guard cells. *Plant Physiol.* 164, 1587-1592.
 62. Nakabayashi, R., Yonekura-Sakakibara, K., Urano, K., Suzuki, M., Yamada, Y., Nishizawa, T., Matsuda, F., Kojima, M., Sakakibara, H., Shinozaki, K., Michael, A.J., Tohge, T., Yamazaki, M., Saito, K. (2014) Enhancement of oxidative and drought tolerance in *Arabidopsis* by overaccumulation of antioxidant flavonoids. *Plant J.* 77, 367-379.
 63. Marcolino-Gomes, J., Rodrigues, F.A., Fuganti-Pagliarini, R., Bendix, C., Nakayama, T.J., Celaya, B., Molinari, H.B.C., De Oliveira, M.C.N., Harmon, F.G., Nepomuceno, A.L. (2014) Diurnal oscillations of soybean circadian clock and drought responsive genes. *PLoS One* 9, e86402, 1-13.
 64. Nakayama, T.J., Rodrigues, F.A., Neumaier, N., Marcelino-Guimaraes, F.C., Farias, J.R.B., Oliveira, M.C.N., Borem, A., Oliveira, A.C.B., Emygdio, B., Nepomuceno, A.L. (2014) Reference genes for quantitative real-time polymerase chain reaction studies in soybean plants under hypoxic conditions. *Genet. Mol. Res.* 13, 860-871.
 65. Oliveira, A.B., Brito Junior, S.L., Marcelino-Guimaraes, F.C., Polizel, A., Nepomuceno, A. L., Stolf-Moreira, R., Binneck, E., Abdelnoor, R. (2014) Análise da expressão de genes relacionados a estresses em soja em resposta ao fungo *Phakopsora pachyrhizi*. *Tropical Plant Pathol.* 37, 766.
 66. Leite, J.P., Barbosa, E.G.G., Marin, S.R.R., Marinho, J.P., Carvalho, J.F.C., Pagliarini, R.F., Cruz, A.S., Oliveira, M.C.N., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Guimarães, F.C.M., Yoshida, T., Kanamori, N., Fujita, Y., Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Desidério, J.A., Nepomuceno, A.L. (2014) Overexpression of the activated form of the AtAREB1 gene (AtAREB1ΔQT) improves soybean responses to water deficit. *Gen. Mol. Res.* 13 (3), 6272-6286.
 67. Koizumi, S., Ohama, N., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Functional analysis of the Hikeshi-like protein that interacts with HSP70 in *Arabidopsis*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 450(1): 396-400.
 68. Yoshida, T., Fujita, Y., Maruyama, K., Mogami, J., Todaka, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2015) Four *Arabidopsis* AREB/ABF transcription factors function predominantly in gene expression downstream of SnRK2 kinases in abscisic-acid signaling in response to osmotic stress, *Plant Cell Environ.* 38(1), 35-49.
 69. Sato, H., Mizoi, J., Tanaka, H., Maruyama, K., Qin, F., Osakabe, Y., Morimoto, K., Ohori, T., Kusakabe, K., Nagata, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) *Arabidopsis* Dpb3-1, a DREB2A interactor, specifically enhances heat stress-induced gene expression by forming a heat stress-specific transcriptional complex with NF-Y subunits. *Plant Cell* 26(12), 4954-4973.
 70. Kidokoro S, Watanabe K, Ohori T, Moriwaki T, Maruyama K, Mizoi J, Myint Phyu Sin Htwe N, Fujita Y, Sekita S, Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K. (2015) Soybean DREB1/CBF-type transcription factors function in heat and drought as well as cold stress-responsive gene expression. *Plant J.* 81(3), 505-518.
 71. Mogami, J., Fujita, Y., Yoshida, T., Tsukiori, Y., Nakagami, H., Nomura, Y., Fujiwara, T., Nishida, S., Yanagisawa, S., Ishida, T., Takahashi, F., Morimoto, K., Kidokoro, S., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2015) Two distinct families of protein kinases are required for plant growth under high external Mg²⁺ concentrations in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 167(3), 1039-1057.
 72. Miyaji, T., Kuromori, T., Takeuchi, Y., Yamaji, N., Yokosho, K., Shimazawa, A., Sugimoto, E.,

Omote, H., Ma, J.F., Shinozaki, K., Moriyama, Y. (2015) AtPHT4;4 is a chloroplast- localized ascorbate transporter in *Arabidopsis*. *Nature Commun.* 6, 5928.

(2) 研修コースや開発されたマニュアル等

① 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数
なし

② 開発したテキスト・マニュアル類
なし

(3) その他の著作物(総説、書籍など) (国内(和文)誌 8件、国際(欧文)誌 46件)

① 詳細情報(著者名、タイトル、掲載誌もしくは書籍(誌名、巻、号、発表年)などを発行日順に記載して下さい。)

1. 藤田泰成・中島一雄・吉田拓也・篠崎和子 (2010) 植物の水ストレス応答におけるアブシジン酸シグナル伝達. 柿本辰男・高山誠司・福田裕穂・松岡信編『植物のシグナル伝達—分子と応答—』共立出版, 84-91.
2. 浦野薫・篠崎一雄 (2010) メタボローム解析が解き明かす植物の水ストレス応答の代謝ネットワーク. *バイオサイエンスとインダストリー* 68, 398-403.
3. 刑部祐里子 (2013a) 植物の水環境の感知メカニズム, *バイオサイエンスとインダストリー*, 71, 520-524.
4. 篠崎一雄 (2013) Hottest Researchers 2011 に選考された研究家の発展を振り返る—環境ストレス応答の植物遺伝子ネットワークの解明と乾燥耐性作物への応用, *生物の科学 遺伝* 67, 701-707. 理工系専門書出版エヌ・ディー・エス.
5. 刑部祐里子 (2013b) 植物実験法, 実験農芸化学, 東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命化学専攻・応用生命工学専攻編 (ed), pp 217-227. 朝倉書店.
6. 戸高大輔・篠崎和子(2013)乾燥ストレス条件下で植物の生長を制御する遺伝子の特定に成功—干ばつ下での植物の生育不良を改善する技術開発の貢献に期待—, *化学と生物* 51(11), 722-724.
7. 金森紀仁 (2014) ブラジルの大豆生産と日本の技術協力. *農業* 1584: 61-65.
8. 藤田泰成 (2014) 国際研究機関と連携した乾燥耐性分子育種技術の開発. *育種学研究* 16: 45-46.
9. Takahashi, F., Ichimura, K., Shinozaki, K., Shirasu, K. (2009) Plant mitogen-activated protein kinase cascades in signaling crosstalk. In Yoshioka, K., Shinozaki, K. (eds.) *Signal Crosstalk in Plant Stress Responses*, Wiley-Blackwell, 23-42.
10. Fujita, Y., Fujita, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2009) Transcription factors involved in the crosstalk between abiotic and biotic stress-signaling networks. In Yoshioka, K., Shinozaki, K. (eds.) *Signal Crosstalk in Plant Stress Responses*, Wiley-Blackwell, 43-58.
11. Fujita, M., Fujita, Y., Takahashi, F., Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. (2009) Stress physiology of higher plants: cross-talk between abiotic and biotic stress signaling. In Hirt, H. (ed.) *Plant Stress Biology: From Genomics to Systems Biology*, Wiley-VCH, 67-89.
12. Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Promoters and transcription factors in abiotic stress-responsive gene expression. In Pareek, A., Sopory, S.K., Bohnert, H.J., Govindjee (eds.) *Abiotic stress adaptation in plants*, Springer-Verlag Berlin, 199-216.
13. Tran, L.-S. P., Nishiyama, R., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Potential utilization of NAC transcription factors to enhance abiotic stress tolerance in plants by biotechnological approach. *GM Crops* 1, 34-41.
14. Tran, L.-S. P., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Role of cytokinin responsive two-component system in ABA and osmotic stress signalings. *Plant Signaling Behav.* 5, 148-150.
15. Hirayama, T., Umezawa, T. (2010) The PP2C-SnRK2 complex: the central regulator of an

- abscisic acid signaling pathway. *Plant Signal Behav.* 5, 160-163.
16. Urano, K., Kurihara, Y., Seki, M., Shinozaki, K. (2010) 'Urano, K., Kurihara, Y., Seki, M., Shinozaki, K. (2010) 'Omics' analyses of regulatory networks in plant abiotic stress responses. *Curr. Opin. Plant Biol.* 13, 132-138.
 17. Hirayama, T., Shinozaki, K. (2010) Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: past, present, and future. *Plant J.* 61, 1041-1062.
 18. Shinozaki, K. (2010) The ICAR2010 for development of Arabidopsis research beyond 2010. *J. Plant Res.* 123, 265-266.
 19. Umezawa, T., Nakashima, K., Miyakawa, T., Kuromori, T., Tanokura, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Molecular basis of the core regulatory network in ABA responses: sensing, signaling and transport. *Plant Cell Physiol.* 51, 1821-1839.
 20. Fujita, Y., Fujita, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) ABA-mediated transcriptional regulation in response to osmotic stress in plants. *J. Plant Res.* 124, 509-525.
 21. Umezawa, T. (2011) Systems biology approaches to abscisic acid signaling, *J. Plant Res.* 124, 539-548.
 22. Umezawa, T., Hirayama, T., Kuromori, T., Shinozaki, K. (2011) The regulatory networks of plant responses to abscisic acid. In Turkan, I. (ed) *Advances in Botanical Research Vol. 57: Plant Responses to Drought and Salinity Stress: Developments in a Post-Genomic Era*, Elsevier, 201-233.
 23. Qin, F., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Achievements and challenges in understanding plant abiotic stress responses and tolerance. *Plant Cell Physiol.* 52, 1569-1582.
 24. Kanamori N., Giroto L., Yamaguchi-Shinozaki K., Nepomuceno A.L. (2011) Agrobacterium-mediated Transformation of Brazilian Soybean Variety, BR-16. *JIRCAS Working Rep.* 71, 75-79.
 25. Kanamori N., Paiva A.A.R., Fuganti R., Marin S.R.R., Yamaguchi-Shinozaki K., Farias J.R.B., Neumaier N., Nepomuceno A.L. (2011) Development of drought stress tolerant soybean. *JIRCAS Working Rep.* 71, 81-86.
 26. Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) AP2/ERF family transcription factors in plant abiotic stress responses. *BBA - Gene Regul. Mech.* 1819, 86-96.
 27. Nakashima, K., Takasaki, H., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) NAC transcription factors in plant abiotic stress responses. *BBA - Gene Regul. Mech.* 1819, 97-103.
 28. Cramer, G. R., Urano, K., Delrot, S., Pezzotti, M., Shinozaki, K. (2011) Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. *BMC Plant Biol.* 11, 163.
 29. Ha, S., Vankova, R., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.S. (2012) Cytokinins: metabolism and function in plant adaptation to environmental stresses. *Trends Plant Sci.* 17, 172-179.
 30. Bianco, L.F., Carvalho, J.F.C., Terassi, F.S., Seino, Y. W., Trevizan, F.H., Onofre, E., Neumaier, N., Oliveira, M.C.N., Marcelino-Guimaraes, F.C., Farias, J.R.B., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A. L. (2012) Crescimento da soja geneticamente modificada com os gene *AtDREB1A* e *AtDREB2A* sob deficit hídrico. VII Jornada Academia da Embrapa Soja. 108-114.
 31. Honna, P.T., Giroto, L., Soldera, M.C.A., Kanamori, N., Marcelino-Guimaraes, F.C., Yamaguchi-Shinozaki, K., Farias, J.R.B. (2012) Identificação de sementes de soja geneticamente modificadas utilizando a técnica de PCR convencional. VII Jornada Academia da Embrapa Soja. 134-138.
 32. Choudhary, S.P., Yu, J.-Q., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.-S.P. (2012) Benefits of brassinosteroid crosstalk. *Trends Plant Sci.* 17(10), 594-605.
 33. Osakabe, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.-S. (2012) Sensing the environment: Key roles of membrane-localized kinases in plant perception and response to abiotic stress. *J. Exp. Bot.* 64(2), 445-458.
 34. Fujita, Y., Yoshida, T., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Pivotal role of the AREB/ABF-SnRK2 pathway in ABRE-mediated transcription in response to osmotic stress in plants. *Physiologia Plantarum* 147, 15-27.
 35. Miyakawa, T., Fujita, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Tanokura, M. (2013) Structure and

- function of abscisic acid receptors. *Trends Plant Sci.* 18, 259-266.
36. Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) ABA signaling in stress-response and seed development. *Plant Cell Rep.* 32, 959-970.
 37. Osakabe, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Phan Tran, L.S. (2013) Sensing the environment: key roles of membrane-localized kinases in plant perception and response to abiotic stress. *J. Ex. Bot.*, 64, 445-458.
 38. Curtin, S.J., Voytas, D.F., Stupar, R.M., Nakayama, T., Chiari, L., Nepomuceno, A.L. (2013) Engenharia Genética de Precisão. In: Aluizio Borém, Roberto Fritsche-Neto. (Org.). Ômicas 360°. *Aplicações e Estratégias para o Melhoramento de Plantas*. Led.Viçosa: UFV.
 39. Marcolino-Gomes, J., Rodrigues, F.A., Fuganti-Pagliarini, R., Nakayama, T.J., Molinari, H.B.C., Harmon, F.G., Nepomuceno, A.L. (2013) Gene expression networks and cis-elements combinatorial models in soybean: circadian clock and drought responses. In: Workshop on Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants: the Challenge for the 21st Century. *Abstract*.
 40. Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K. (2014) Plant environmental stress responses for survival and biomass enhancement, Tuteja, N., Gill, S.S. (ed), *Climate Change and Plant Abiotic Stress Tolerance*, Wiley-Blackwell, pp 79-108.
 41. Fujita, Y., Nakashima, K., Yoshida, T., Fujita, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Role of ABA signaling in drought tolerance and preharvest sprouting under climate change. In Tuteja, N., Gill, S.S. (eds.) *Climate Changes and Plant Abiotic Stress Tolerance*, Wiley-VCH, 521-553.
 42. Osakabe, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L. S. (2014a) ABA control of plant macroelement membrane transport systems in response to water deficit and high salinity. *New Phytol.* 202, 35-49.
 43. Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., Tran, L. S. (2014b) Response of plants to water stress. *Front Plant Sci.* 5, 86.
 44. Fujita, M., Shinozaki, K. (2014) Identification of Polyamine Transporters in Plants: Paraquat Transport Provides Crucial Clues. *Plant Cell Physiol.* 55, 855-861.
 45. Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2014) The transcriptional regulatory network in the drought response and its crosstalk in abiotic stress responses including drought, cold, and heat. *Front Plant Sci.* 5, 170.
 46. Yoshida, T., Mogami, J., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) ABA-dependent and ABA-independent signaling in response to osmotic stress in plants, *Curr. Opin. Plant Biol.* 21, 133-139.
 47. Kuromori, T., Mizoi, J., Umezawa, T., Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K. (2014) Stress Signaling Networks: Drought stress, Howell, S. (ed), *The Plant Sciences - Molecular Biology*, Springer, 383-409.
 48. Osakabe, Y., Osakabe, K. (2014) Genome editing in higher plants. In: Targeted Genome Editing Using Engineered Nucleases: ZFNs, TALENs, and the CRISPR/Cas9 System, Yamamoto T. (ed), Springer -Verlag, Germany. in press.
 49. Kuromori, T., Shinozaki, K. (2014) ABA Transport by ABCG Transporter Proteins, Geisler, M. (ed), *Signaling and Communication in Plants - Plant ABC Transporters*, Springer, 39-47.
 50. Umezawa, T., Takahashi, F., Shinozaki, K. (2014) Phosphorylation networks in the abscisic acid signaling pathway, Machida, Y., Lin, C., Tamanoi, F. (eds), *The Enzymes "Signaling Pathways in Plants"*, Elsevier, Vol. 35: 27-56.
 51. Shinozaki, K. (2014) Interview with Kazuo Shinozaki. *Trends in Plant Science*, 19, 681-682.
 52. Fujita, M., Shinozaki, K. (2015) Polyamine Transport Systems in Plants, Kusano, T., Suzuki, H. (eds), *Polyamines*, Springer, pp 179-185.
 53. Urano, K., Maruyama, K., Takahashi, F. and Shinozaki, K. (2015) Water Relations of Plants: Drought stress signaling. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences 2nd Edition*, in press.
 54. Todaka, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2015) Recent advances in the dissection of drought-stress regulatory networks and strategies for development of drought-tolerant transgenic rice plants, *Front. Plant Sci.* 6, 84.

(4)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 26件、国際会議 45件)

1. 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

1. 刑部祐里子 (2010) 植物の受容体型キナーゼによる環境ストレス応答と生長制御. 日本農芸化学会中四国支部第3回農芸化学の未来開拓セミナー, 5月7~8日, 岡山.
2. 篠崎和子 (2010) 環境ストレス耐性作物の開発について. 日本学術会議 公開シンポジウム「遺伝子組換え作物とその利用に向けて」, 8月6日, 東京.
3. 篠崎一雄 (2010) 植物の生長や環境応答システムの解明とグリーンイノベーションへの展開. 日本植物学会第74回, 9月9~11日, 名古屋.
4. 篠崎和子 (2011) 地球環境劣化に対応した植物の開発に有用なタンパク質の機能解析. 農芸化学会 2001 年度大会, 3月25~28日, 京都.
5. 藤田泰成、篠崎和子 (2011) ABA を介した浸透圧ストレス応答における転写制御. 日本植物学会シンポジウム"Opening a New Era of ABA Research", 9月17~19日, 東京.
6. 梅澤泰史、杉山直幸、高橋史憲、Jefferey A. Anderson、Scott C. Peck、石濱泰、篠崎一雄 (2011) リン酸化プロテオーム解析が解き明かす ABA シグナル伝達ネットワーク. 日本植物学会シンポジウム"Opening a New Era of ABA Research", 9月17~19日, 東京.
7. 刑部祐里子、田中秀典、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) 植物の受容体型キナーゼによる環境ストレス応答と化学制御. 第84回日本生化学大会, 9月21~24日, 京都.
8. 梅澤泰史、杉山直幸、高橋史憲、Jefferey A. Anderson、Scott C. Peck、石濱泰、篠崎一雄 (2011) プロテインホスファターゼキナーゼ複合体による植物ホルモンアブシジン酸のシグナル伝達制御. 第84回日本生化学大会, 9月21~24日, 京都.
9. 刑部祐里子、田中秀典、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) 植物環境応答の調節と受容体型キナーゼシグナリング. 第53回日本植物生理学会年会シンポジウム, 3月16~18日, 京都..
10. 櫻井哲也、篠崎一雄、小田賢司、廣近洋彦、松井 南 (2012) RiceFOX: イネ完全町 cDNA 高発現シロイヌナズナ変異体表現形質データベース. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都..
11. 篠崎一雄 (2012) 持続的な食糧、バイオマス生産への変革~植物ゲノム研究の貢献~. 国際バイオテクノロジー展 技術会議, 4月25~27日, 東京.
12. 藤田美紀、篠崎一雄 (2013). シロイヌナズナ野生系統のパラコート耐性多型を利用したポリアミントランスポーターの単離. 日本ポリアミン学会 第4回年会; 1月24-25日; 松島.
13. 篠崎和子 (2013) 高温ストレスに対する植物の生存戦略. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.
14. 刑部祐里子 (2013). シロイヌナズナの site-directed mutagenesis. 第54回日本植物生理学会年会ワークショップ”第一回 植物ゲノム編集ワークショップ「植物ゲノム編集の最前線」物ゲノ月23日, 岡山.
15. 藤田美紀、井内聖、小林正智、篠崎一雄 (2013). 植物のパラコート輸送はポリアミントランスポーターによってなされる. 日本農芸化学会大会 2013 年度大会, 3月24-28日, 仙台.
16. 刑部祐里子 (2013). 植物ゲノム編集技術「CRISPR/TALEN/ZFN」基盤と植物環境応答能の改変. 徳島大学生物育種セミナー, 9月17日, 徳島.
17. 刑部祐里子 (2014). ゲノム編集技術-ZFN, TALEN, CRISPR/CAS9-を用いた植物の環境応答能の改変. 京都大学セミナー, 1月15日, 京都.
18. 刑部祐里子 (2014). CRISPR/TALEN/ZFN- 植物ゲノム編集技術の基盤と環境応答能の改変. 第55回日本植物生理学会年会 シンポジウム「植物ゲノム編集の新境地」, 3月18-20日, 富山.
19. 櫻井哲也、秋山顕治、工藤徹、澤田有司、松田史生、榊原均、斉藤和季、篠崎一雄 (2014). 植物の表現形質データの統合と活用. 第55回日本植物生理学会年会シンポジウム, 3月18-20日, 富山.
20. 七夕高也 (2014). ICTを活用した植物の形質情報獲得のハイスループット化. 超高速環境

- パラメータ最適化の研究会／第 25 回コンソーシアム研修会, 8 月 7 日 大阪.
21. 篠崎和子 (2014) 植物の環境ストレス耐性機構と分子育種、第53回ガンマーフィールドシンポジウム, 7月16日, 水戸.
 22. 篠崎和子 (2014) 植物の乾燥ストレス応答と成長制御、日本植物学会第78回大会, 9月12-14日 川崎.
 23. 黒森崇、杉本絵理子、篠崎一雄 (2014) アブシジン酸の組織間輸送とトランスポーターの解析. 日本植物学会第 78 回大会「生理活性物質の輸送制御を介した植物の生理」9 月12-14 日, 神奈川.
 24. 藤田美紀、篠崎一雄 (2014). パラコート耐性研究から見出された植物ポリアミントランスポーター. 日本植物学会第 78 回大会, 9 月 12-14 日, 神奈川.
 25. 刑部祐里子 (2015) 植物ゲノム編集による植物環境応答能の改変. 徳島大学農工商連携セミナー, 1 月 9 日, 徳島.
 26. 七夕高也 (2015) 情報技術を活用した形質評価技術の開発. 平成 27 年度春園芸学会春季大会シンポジウム 園芸研究における新たな形質評価技術導入の可能性, 3 月 29 日, 千葉.
 27. Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Regulatory networks of gene expression in abiotic stress response in *Arabidopsis*. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 28. Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) ABA signaling and gene expression under abiotic stress condition. The 20th International Conference on Plant Growth Substances (IPGSA 2010), Jun 28 - Jul 2, Tarragona, Spain.
 29. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Improving abiotic stress tolerance in crops. Workshop Japan-Egypt “Pharmacognosy and Traditional Medicine”, Jul. 20-23, Tokyo.
 30. Shinozaki, K., Kuromori, T., Miyaji, T., Yabuuchi, H., Shimizu, H., Sugimoto, E., Moriyama, Y. (2010) AtABCG25 is an ABC transporter involved in abscisic acid transport and response, Plant Biology 2010, July 31- Aug 4, Toronto, Canada.
 31. Umezawa, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Regulatory network in drought stress response and tolerance: from Arabidopsis to crops. Simpósio Tolerância à Deficiência Hídrica em Plantas, Adaptando as Culturas ao Clima do Futuro, Oct 19-21, Goiania, Brazil.
 32. Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Kuromori, T., Umezawa, T., Nakashima, K., Fujita, Y. and Yoshida, T. (2011) Regulatory gene network in early responses to drought stress, Keystone Symposia on Molecular and Cellular Biology "Plant Abiotic Stress Tolerance Mechanisms, Water and Global Agriculture", Jan 17-22, Colorado, USA.
 33. Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Regulatory gene network in stress responses to drought conditions. 22nd International Conference on Arabidopsis Research, Jun 22-25, Wisconsin, USA.
 34. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Regulatory networks of gene expression and signal transduction in abiotic stress response in plants. Annual Meeting of the Korean Society of Breeding Science “Plant Breeding Strategy to Prepare Climate Change”, Jul 7-8, Jeonbuk, Korea.
 35. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Elucidation of stress-responsive gene expression network and its practical application to crop plants. Joint Japan-Scandinavia JSPS colloquium, Aug 20, Stavanger, Norway.
 36. Takahashi, F., Umezawa, T., Mizoguchi, M., Nakashima, K., Sugiyama, N., Ishihama, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2011) Important roles of MPK8 in wound stress signaling and SNRK2 subclass III in ABA signaling. 12th International Symposium on Plant Protein Phosphorylation, Sep 14-16, Tübingen, Germany.
 37. Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Plant gene network in abiotic stress response and tolerance. Botanikertagung 2011, Sep 18-23, Berlin, Germany.
 38. Nakashima, K. (2012) Development of genetic engineering technology aims to produce crops tolerant to environmental stresses. APAARI Expert Consultation Meeting on Biotechnology, Biosafety and Biosecurity, Oct. 27-28, Taichung, Taiwan, R.O.C.

39. Shinozaki, K. (2011) Contribution of omics analysis to gene discovery for molecular breeding of drought stress tolerance. 3rd International Symposium on Frontiers in Agriculture Proteome Research, Nov 8-10, Tsukuba, Japan.
40. Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Kuromori, T., Umezawa, T., Nakashima, K., Fujita, Y. (2011) Plant regulatory systems in drought stress responses. 4th International Workshop on Plant Abiotic Stress: From Systems Biology To Sustainable Agriculture, Nov 18-19, Limassol, Cyprus.
41. Nepomuceno, A.L., Fuganti-Pagliarini, R., Carvalho, J.F.C., Marcelino-Guimarães, F.C., Rolla-Santos, A.A.P., Engels, C., Molinari, M.D.C., Almeida-Filho, K.M., Vasquez, G., Marin, S.R.R., Kanamori, N., Farias, J.R.B., Oliveira, M.C.N., Neumaier, N., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Field experiments in Brazil with genetically modified soybean lines expressing rd29:AtDREB1A and rd29:AtDREB2A constructs. 4th International Workshop on Plant Abiotic Stress: From Systems Biology To Sustainable Agriculture, Nov 18-19, Limassol, Cyprus.
42. Sakurai, T., Yoshida, T., Mochida, k., Akiyama, K., Seki, M., Utsumi, Y., Shinozaki, K., Ayling, S., Umemura, Y., Ishitani, M. (2012) Promotion of cassava functional genomics and database development. The 23rd Annual Meeting of the Thai Society of Biotechnology on Systems Biotechnology: Quality & Success, Feb 1-2, Bangkok, Thailand.
43. Seki, M., Utsumi, Y., Sakurai, T., Matsui, M., Kurihara, T., Manabe, R.-I., Matsui, A., Ishida, J., Tanaka, M., Morosawa, T., Shinozaki, K., Narangajavana, J., Triwitayakorn, K., Sojikul, P., Ayling, S., Umemura, Y., Ishitani, M. (2012) Establishment of cassava functional genomics platform and its application to molecular breeding. The 23rd Annual Meeting of the Thai Society of Biotechnology on Systems Biotechnology: Quality & Success, Feb 1-2, Bangkok, Thailand.
44. Utsumi, Y., Sakurai, T., Matsui, M., Manabe, R., Matsui, A., Ishida, J., Tanaka, M., Morosawa, T., Kuriyama, T., Shinozaki, K., Narangajavana, J., Triwitayakorn, K., Sojikul, P., Umemura, Y., Ishitani, M., Seki, M. (2012) Establishment of cassava microarray analysis platform and transformation system of KU50 cultivar. The 23rd Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology on Systems Biotechnology: Quality & Success, Feb 1-2, Bangkok, Thailand.
45. Shinozaki, K. (2012) Plant stress biology to mitigate the effects of climate change. AAAS Annual Meeting; Symposium 4503, Feb 18, Vancouver, Canada.
46. Kuromori, T., Sugimoto, E., Shinozaki, K. (2012) Diverse half-size transporters of ABCG subfamily in plants. 4th FEBS Special Meeting, Mar 3-9, Innsbruck, Austria.
47. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Genetic engineering strategies to improve drought tolerance in plants. Embrapa Workshop: Genetic Engineering for Drought Tolerance in Plants, Mar 6-7, Londrina, Brazil.
48. Nakashima, K. (2012) Transcriptional regulatory networks in response to abiotic stresses in Arabidopsis and grasses. Embrapa Workshop: Genetic Engineering for Drought Tolerance in Plants, Mar 6-7, Londrina, Brazil.
49. Utsumi, Y., Sakurai, T., Matsui, M., Kuriyama, T., Manabe, R., Matsui, A., Ishida, J., Tanaka, M., Morosawa, T., Shinozaki, K., Narangajavana, J., Triwitayakorn, K., Sojikul, P., Le, H.H., Nguyen, D.V., Le Thuy, T., Tohme, J., Rodriguez-Zapata, F., Ayling, S., Umemura, Y., Ishitani, M., Seki, M. (2012) Establishment of cassava functional genomics platform and its application to molecular breeding. Second Scientific Conference of the Global Cassava Partnership for the 21st Century - GCP21-II, Jun 18-22, Kampala, Uganda.
50. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Systems biology approaches to understand abiotic stress responses in plants. Gordon Research Conference: Salt & Water Stress in Plants, Jun 24-29, Hong Kong, China.
51. Shinozaki, K., Myouga, F., Akiyama, K., Motohashi, R., Sakurai, T., Kuromori, T., Urano, K. (2012) Chloroplast functions in abiotic stress response and tolerance. SEB Annual Main Meeting 2012, Jun 29- Jul 2, Salzburg, Austria.
52. Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Transcriptional regulatory networks in abiotic stress responses in Arabidopsis and rice. 24th Annual Meeting of the Korean Society for Molecular and Cellular Biology, Oct 10-12, Seoul, Korea.

53. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Regulatory networks of gene expression in response to abiotic stress in rice. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
54. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Roles of abiotic stress-inducible transporters in Arabidopsis. International Workshop on Plant Membrane Biology XVI, Mar 26-31, 2013, Kurashiki, Japan.
55. Kuromori, T., Sugimoto, E. and Shinozaki, K. (2013) Gene functional analysis of ABC transporter AtABCG25 in stress responses. International Workshop on Plant Membrane Biology XVI, Mar 26-31, Kurashiki, Japan.
56. Osakabe, Y., Arinaga, N., Umezawa, T., Katsura, S., Nagamachi, K., Tanaka, H., Yamada, K., Seo, S., Abo, M., Yoshimura, E., Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Control mechanism of osmotic stress response and plant growth by potassium transporters in Arabidopsis. International Workshop on Plant Membrane Biology XVI; Mar 26-31, Kurashiki, Japan.
57. Shinozaki, K. (2013) Regulatory gene network in drought stress response and tolerance. Joint Conference of HGM 2013 and 21st International Congress of Genetics on Genetics & Genomics, Apr 13-18, Maria Bay Sands, Singapore.
58. Shinozaki, K. (2013) Regulatory gene networks in drought stress response and tolerance. 24th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2013), Jun 24-28, Sydney, Australia.
59. Fujita, M., Shinozaki, K. (2013) Transport of paraquat in plants is mediated by a polyamine transporter. Gordon Research Conference on Polyamines, June 16-21, New Hampshire, USA.
60. Kazuko Yamaguchi-Shinozaki (2013) Plant responses and adaptation to water stress, 7th EPSO Conference, Sep. 1-4, Porto Heri, Greece
61. Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Useful dehydration-inducible genes for the development of drought tolerant crops. InterDrought-IV Conference, Sep 2-6, Western, Australia.
62. Osakabe, Y. (2013) Site-directed genome engineering of higher plants by genome editing tools, CFN, TALEN, and CRISPR/CAS9. RIKEN CSRS New Plant Breeding Techniques (NBT) Seminar Series No.1, Dec 19, Yokohama, Japan.
63. Curtin, S.J., Voytas, D.F., Stupar, R.M., Nakayama, T., Chiari, L., Nepomuceno, A.L. (2013) Engenharia Genética de Precisão. In: Aluizio Borém, Roberto Fritsche-Neto. (Org.). Ômicas 360° : Aplicações e Estratégias para o Melhoramento de Plantas. Led.Viçosa, UFV, Brazil.
64. Tanabata, T. (2014) Development of phenotyping technology for rice breeding. International colloquium on plant phonemics, May 30, Nagoya, Japan.
65. Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Water and Plants, Women in Global Science 2014, Oct. 27 - 29, Hokkaido, Japan.
66. Nakashima, K. (2014) Introduction of the SATREPS project and studies on stress-tolerant genes and stress-responsive promoters in soybean. Workshop on Development of Genetic Engineering Technology of Crops with Stress Tolerance against Degradation of Global Environment, Oct 30, Londrina, Brazil.
67. Osakabe, Y., Shinozaki, K. (2014) Genetic engineering of abiotic stress response and plant growth in Arabidopsis. The 25th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR), July 28 to August 1, Vancouver, Canada.
68. Shinozaki, K. (2014) Regulatory gene network in drought stress response and tolerance. International Association of Plant Biotechnology Congress 2014, August 10-15, Melbourne, Australia.
69. Shinozaki, K. (2014) Regulatory network in dehydration-stress response and its application to improve drought tolerance of crops. 15th IUBMB 24th FAOBMB-TSBMB, October 21-26, Taipei, Taiwan
70. Shinozaki, K. (2014) Regulation of abscisic acid network for the improvement of water use efficiency and drought tolerance. International Workshop on Plant Water Stress Responses and Water-Use Efficiency, Nov 26, Tokyo, Japan.

71. Osakabe, Y. (2015) Genome editing and engineering of abiotic stress responsive factors in plants. The 8th International Symposium “Exploring the global sustainability -Advances in Plant Biotechnology for Agriculture in Semi-arid land”, March 3-4, Osaka.

② 口頭発表 (国内会議 44件、国際会議 7件)

1. 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

1. 中島一雄、藤田泰成、圓山恭之進、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナの ABA シグナリングに関わる3種のSnRK2タンパク質リン酸化酵素は種子の成熟と環境ストレス耐性を制御する. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
2. 藤田泰成、吉田拓也、Tory Chhun、中島一雄、藤田美紀、城所聡、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナとイネの水ストレス応答におけるAREB/ABF-SnRK2経路の役割. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
3. 圓山恭之進、城所聡、高崎寛則、溝井順哉、松倉智子、吉田拓也、小嶋美紀子、榊原均、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナ・イネ・ダイズの乾燥及び低温環境下における主要転写経路に關与するシス因子の推定. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
4. 刑部祐里子、桂彰吾、長町啓太、田中秀典、有永直子、山田晃嗣、Seo Souk、小平憲祐、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナにおけるカリウムトランスポーターKUP6を介した浸透圧ストレス応答と成長制御. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
5. 溝井順哉、安田奈保美、秦峰、圓山恭之進、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナにおける相同な環境ストレス応答性転写因子DREB2AとDREB2Bの比較解析. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
6. 城所聡、圓山恭之進、光田展隆、高木優、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナの低温誘導性転写因子遺伝子DREB1の転写制御解析. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
7. 溝口昌秀、梅澤泰史、軸丸裕介、吉本光希、中島一雄、高崎寛則、藤田泰成、白須賢、神谷勇治、篠崎和子、篠崎一雄 (2011) シロイヌナズナの浸透圧ストレスで活性化するプロテインキナーゼ subclass I SnRK2の機能解析. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
8. 金俊植、溝井順哉、中嶋潤、吉田拓也、戸高大輔、藤田泰成、中島一雄、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) AREB/ABF 転写因子群によるDREB2Aの乾燥応答性遺伝子発現機構の解明. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
9. Nang Myint Phyu Sin Htwe, Fujita, Y., Yoshida, T., Sekita, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Transient expression assay system using soybean leaf mesophyll protoplasts. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
10. 関田佐知子、藤田泰成、Nang Myint Phyu Sin Htwe、森脇崇、吉田拓也、城所聡、山田晃嗣、戸高大輔、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) ダイズのABAを介した水ストレス応答に関わるbZIP型転写因子GmAREBの機能解析. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
11. 浦野薫、圓山恭之進、篠崎和子、篠崎一雄 (2011) 植物特異的転写因子TCPの環境ストレス応答に関する分子機構の解析. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
12. 藤田美紀、井内聖、藤田泰成、小林佑理子、小林正智、篠崎和子、篠崎一雄 (2011) Methyl viologen 耐性を示すシロイヌナズナ野生型系統の解析. 第52回日本植物生理学会年会, 3月20~22日, 仙台.
13. 溝口昌秀、梅澤泰史、軸丸裕介、吉本光希、中島一雄、高崎寛則、藤田泰成、白須賢、神谷勇治、篠崎和子、篠崎一雄 (2011) シロイヌナズナの浸透圧ストレスで活性化するプロテ

- インキナーゼ subclass I SnRK2 の機能解析、第 52 回日本植物生理学会年会、3 月 20～22 日、仙台。
14. 圓山恭之進、浦野薫、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナ・イネ・ダイズの高温ストレス環境下における主要転写経路に關与するシス因子の推定. 第53回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 15. 最上惇郎、藤田泰成、城所聡、月居佳史、中神弘史、野村有子、柳澤修一、石田哲也、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナにおける SnRK2 プロテインキナーゼ相互作用因子の探索. 第53回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 16. 森本恭子、溝井順哉、Feng Qin、佐久間洋、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) 環境ストレス応答におけるシロイヌナズナの DREB2A タンパク質の安定性の解析. 第53回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 17. 吉田拓也、藤田泰成、圓山恭之進、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) ABA を介した浸透圧ストレス応答における bZIP 型転写因子 ABF1 の機能解析. 第53回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 18. 大堀鉄平、森脇崇、溝井順哉、城所聡、渡邊慶太郎、圓山恭之進、刑部祐里子、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) ダイズの環境ストレス応答に關する DREB2A 相同遺伝子の機能解析. 第53回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 19. 刑部祐里子、桂 彰吾、有永直子、長町啓太、田中秀典、山田晃嗣、Seo Souk、安保 充、吉村悦郎、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナにおけるカリウムトランスポーターKUP6 を介した浸透圧ストレス応答と成長制御. 第 53 回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 20. Takahashi, F., Mizoguchi, T., Yoshida, R., Ichimura, K. and Shinozaki, K. (2012) Convergence mechanism between calcium and phosphorylation signal via MPK8 in mechanical wounding. 第 53 回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 21. 藤田美紀、井内 聖、山田晃嗣、藤田泰成、小林祐里子、小林正智、篠崎和子、篠崎一雄 (2012) シロイヌナズナ野生型系統を用いた Methyl viologen 耐性遺伝子の同定. 第 53 回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 22. Kuromori, T., Sugimoto, E. and Shinozaki, K (2012) ABC transporter AtABCG22 is a novel factor in the stomatal regulation. 第 53 回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 23. Ushiyama, S., Otagiri M., Ino Y., Umezawa, T. and Hirayama, T. (2012) Unique function of Arabidopsis seed-predominant PP2Cs, AHG1 and AHG3, in ABA response in seeds and early seedlings. 第 53 回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 24. 澤田有司、中林亮、山田豊、鈴木実、佐藤心郎、坂田あかね、秋山頤治、櫻井哲也、松生史生、青木俊夫、平井優美、斉藤和季 (2012) ReSpec: 植物代謝産物の MS/MS データベース. 第 53 回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 25. 時澤睦朋、山中啓史、小林祐里子、小山博之、櫻井哲也、黒谷篤之、篠崎一雄、鈴木 穰、菅野純夫、小保方潤一、山本義治 (2012) 次世代シーケンサーを用いたシロイヌナズナの転写開始位置のゲノムワイドな解析. 第53回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 26. 豊岡公德、若崎眞由美、吉田拓弘、朽名夏磨、桧垣 匠、永田典子、松岡 健、櫻井哲也、持田恵一、佐藤繭子 (2012) 生体顕微マルチスケーリングマッピングシステムを用いた小胞クラスターの分布と超微形態解析. 第 53 回日本植物生理学会年会、3 月 16～18 日、京都。
 27. 圓山恭之進、浦野薫、小嶋美紀子、榊原均、櫻井望、鈴木秀幸、斉藤和季、柴田大輔、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) イネの統合解析(トランスクリプトーム・メタボローム・ホルモノーム) による乾燥及び低温ストレス環境下で機能する主要な遺伝子、代謝産物、植物ホルモンの探索. 第 54 回日本植物生理学会年会、3 月 21～23 日、岡山。
 28. 森本恭子、圓山恭之進、溝井順哉、高橋史憲、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) シロイヌナズナ培養細胞の核画分を用いた DREB2A の相互作用因子の探索. 第 54 回日本植物生理学会年会、3 月 21～23 日、岡山。
 29. 溝井順哉、秦峰、城所聡、佐久間洋、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) シロイヌナズナの

- AP2/ERF 型転写因子 DREB2A の翻訳後調節における Ser/Thr クラスターを含む保存配列モチーフの機能解析. 第 54 回日本植物生理学会年会, 3 月 21~23 日, 岡山.
30. 藤田美紀、井内聖、山田晃嗣、藤田泰成、小林佑理子、小林正智、篠崎和子、篠崎一雄 (2013) 植物ポリアミントランスポーターを介したパラコート輸送機構. 第 54 回日本植物生理学会年会, 3 月 21~23 日, 岡山.
 31. 浦野薫、圓山恭之進、尾形善之、鈴木秀幸、柴田大輔、小山知嗣、高木優、Gonzalez Nathalie、Inze Dirk、篠崎和子、篠崎一雄 (2013) 植物特異的転写因子 TCP の環境ストレス応答における役割と分子機構の解析. 第 54 回日本植物生理学会年会, 3 月 21~23 日, 岡山.
 32. 刑部祐里子、有永直子、桂彰吾、長町啓太、田中秀典、山田晃嗣、Seo Souk、梅澤泰史、安保充、吉村悦郎、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) カリウムトランスポーター KUP6 によるシロイヌナズナの浸透圧ストレス応答と生長制御. 第 54 回日本植物生理学会年会, 3 月 21~23 日, 岡山.
 33. 黒森崇、杉本絵里子、篠崎一雄 (2014). Inter-tissue signal transfer of abscisic acid from vascular cells to guard cells. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18-20 日, 富山.
 34. 刑部祐里子 (2014). カリウム輸送によるシロイヌナズナの生長とストレス応答制御. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18-20 日, 富山.
 35. 圓山恭之進、後藤新悟、光田展隆、石塚徹、瀧口裕子、市川裕章、山本義治、井内聖、浦野薫、櫻井哲也、篠崎一雄 (2015) 乾燥環境下におけるダイズ・イネ・トウモロコシの転写経路. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.
 36. 最上惇郎、藤田泰成、吉田拓也、月居佳史、中神弘史、野村有子、藤原徹、西田翔、柳澤修一、石田哲也、森本恭子、城所聡、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) シロイヌナズナにおいて SnRK2 およびそれらの相互作用因子 SDB1 プロテインキナーゼは Mg²⁺ 感受性を調節している. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.
 37. 刑部祐里子、菅野茂夫、篠崎一雄、野地澄晴、刑部敬史 (2015) CRISPR/Cas9 による植物ゲノム編集技術開発と環境応答能の改変. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16-18 日, 東京.
 38. 藤田美紀、篠崎一雄 (2015) 植物ポリアミントランスポーター AtLAT ファミリー遺伝子変異体の解析. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16-18 日, 東京.
 39. Kuromori, T., Sugimoto, E., Shinozaki, K. (2015) Study of inter-tissue transfer and transporters of abscisic acid. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16-18 日, 東京.
 40. Miyaji, T., Kuromori, T., Takeuchi, Y., Yamaji, N., Yokosho, K., Shimazawa, A., Sugimoto, E., Omote, H., Ma, J. F., Shinozaki, K., Moriyama, Y. (2015) AtPHT4;4 is a chloroplast-localized ascorbate transporter in Arabidopsis. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16-18 日, 東京.
 41. 戸高大輔、趙宇、工藤まどか、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) 環境ストレス時の生長制御機構の解析. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.
 42. 佐藤輝、溝井順哉、田中秀典、圓山恭之進、秦峰、刑部祐里子、永田舞香、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) シロイヌナズナ DPB3-1 は NF-Y サブユニットと複合体を形成して、乾燥・高温ストレス誘導性転写因子 DREB2A の活性を高温ストレス特異的に制御する. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.
 43. 工藤まどか、戸高大輔、篠崎和子 (2015) バイオマス生産性を向上させた乾燥ストレス耐性植物の創出. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.
 44. 溝井順哉、秦峰、城所聡、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) シロイヌナズナのストレス応答性転写因子 DREB2A の翻訳後調節における負の活性制御ドメインの機能解析. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.
 45. Umezawa, T., Sugiyama, N., Mizoguchi, M., Ishihama, Y., Hirayama, T., Shinozaki, K. (2010) The PP2C-SnRK2 complex: A central regulatory module of protein phosphorylation networks in abscisic acid signaling. 2010 Symposium on Plant Protein Phosphorylation, May 26-28, Columbia, USA.
 46. Kuromori, T., Miyaji, T., Yabuuchi, H., Shimizu, H., Sugimoto, E., Kamiya, A., Moriyama, Y.,

- Shinozaki, K. (2010) ABC transporter AtABCG25 involved in ABA transport and responses. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
47. Kuromori, T., Miyaji, T., Yabuuchi, H., Sugimoto, E., Moriyama, Y., Shinozaki, K. (2010) Arabidopsis AtABCG25 is an ABC transporter involved in ABA transport and responses. IPGSA Conference 2010, Jun 28-Jul 2, Tarragona, Spain.
 48. Mizoi, J., Qin, F., Kidokoro, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Functional analysis of the negative regulatory domain in the posttranslational regulation of the AP2/ERF-type transcription factor DREB2A in Arabidopsis. Gordon Research Conference (Plant Molecular Biology), July 20-25, Holderness, USA.
 49. Osakabe, Y. and Shinozaki, K. (2014). Genetic engineering of abiotic stress response and plant growth in Arabidopsis. The 25th International Conference of Arabidopsis Research (ICAR), Jul 28 - Aug 1, Vancouver, Canada.
 50. Kanamori, N., Giroto, L., Silveira, C.A., Rockenback, S., Soldera, M.C., Fraga, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Fujita, Y., Nakashima, K., Neumaier, N., Marcelino, F.C., Nepomuceno, A.L. (2014) Two kinds of Agrobacterium-Mediated Transformation Methods and Soybean Transformation for Molecular Breeding. International Association of Plant Biotechnology Congress 2014, Aug 10-15, Melbourne, Australia.
 51. Tanabata, T., Sagara, N., Isobe, S., Nonaka, K., Shimizu, T. (2014) Development of image analysis software for phenotyping of citrus fruits. The Third International Symposium on Citrus Biotechnology, Nov 11-14, Shizuoka, Japan.

③ ポスター発表 (国内会議 64件、国際会議 92件)

1. 発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日

1. 刑部祐里子、桂彰吾、有永直子、山田晃嗣、田中秀典、Seo Souk、小平憲祐、篠崎一雄、篠崎和子 (2010) シロイヌナズナにおけるカリウムトランスポーターKUP6 を介した浸透圧ストレス応答と成長制御. 第 33 回日本分子生物学会年会・第 83 回日本生化学会大会合同大会 (BMB2010), 12 月 7~10 日, 神戸.
2. 田中秀典、刑部祐里子、桂彰吾、水野真二、篠崎一雄、篠崎和子 (2010) シロイヌナズナの水分ストレス誘導性受容体様細胞質型キナーゼ遺伝子の機能解析. 第 33 回日本分子生物学会年会・第 83 回日本生化学会大会合同大会 (BMB2010), 12 月 7~10 日, 神戸.
3. 小平憲祐、秦峰、Lam-Son Phan Tran、圓山恭之進、藤田泰成、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナのストレス応答に關与するジンクフィンガー型転写因子の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
4. 吉田拓也、藤田泰成、圓山恭之進、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) ABA を介した水ストレス応答における bZIP 型転写因子 ABF1 の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
5. 金井要樹、圓山恭之進、山田晃嗣、城所聡、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナの転写因子 DREB1A が制御する COR413 ファミリータンパク質の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
6. 田中秀典、刑部祐里子、桂彰吾、水野真二、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナの水分ストレス誘導性受容体様細胞質型キナーゼ遺伝子の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
7. 徐劭旭、刑部祐里子、田中秀典、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナのストレス誘導性 K^+/H^+ 交換輸送体様遺伝子 *AtKEA5* の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
8. 森本恭子、溝井順哉、Feng Qin、佐久間洋、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナの転写因子 DREB2A の環境ストレスに応答した安定化と活性化に関する解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
9. 大濱直彦、吉田拓実、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナの高温ストレ

- ス応答における転写因子 HsFB の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
10. 大堀鉄平、森脇崇、溝井順哉、城所聡、関田佐知子、圓山恭之進、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) ダイズの環境ストレス応答に関する *DREB2A* 相同遺伝子の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
 11. 佐藤輝、溝井順哉、田中秀典、秦峰、刑部祐里子、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) シロイヌナズナの乾燥・高温ストレス誘導性遺伝子発現を制御する転写因子 *DREB2A* と相互作用するタンパク質の解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20~22 日, 仙台.
 12. 高橋史憲、溝口剛、吉田理一郎、市村和也、篠崎一雄 (2011) 傷害応答におけるカルシウムおよびリン酸化で制御を受ける *MPK8* の機能解析. 第 52 回日本植物生理学会年会, 3 月 20-22 日, 仙台.
 13. 桂彰吾、長町啓太、刑部祐里子、小川治夫、三村久敏、黒森崇、篠崎一雄、篠崎和子、豊島近 (2011) ABA 輸送体 *ABCG25* の X 線結晶構造解析を目的としたタンパク質精製系の構築. 農芸化学会 2001 年度大会, 3 月 25~28 日, 京都.
 14. 高崎寛則、中島一雄、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) 植物における環境ストレス誘導性 *NAC* 型転写因子の解析. 生命情報科学若手の会第3回研究会, 10 月 15~16 日, 岡崎.
 15. 藤田泰成、吉田拓也、Tory Chhun、中島一雄、藤田美紀、城所聡、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2011) イネとシロイヌナズナの浸透圧ストレス応答における *AREB-SnRK2* 経路の役割. 第 34 回日本分子生物学会年会, 12 月 13~16 日, 横浜.
 16. Kim, J.-S., Mizoi, J., Yoshida, T., Fujita, Y., Nakajima, J., Nakashima, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) An ABRE promoter sequence is involved in osmotic stress-responsive expression of the *DREB2A* gene in *Arabidopsis*. 第 34 回日本分子生物学会年会, 12 月 13~16 日, 横浜.
 17. Morimoto, K., Mizoi, J., Qin, F., Sakuma, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Analysis of the relationship between stabilization and activation of the *Arabidopsis* transcription factor *DREB2A* under environmental stress. 第 34 回日本分子生物学会年会, 12 月 13~16 日, 横浜.
 18. 中島一雄、藤田泰成、圓山恭之進、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナとイネにおける ABA 受容・シグナル伝達コンポーネント群の乾燥応答性遺伝子発現の解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 京都.
 19. 藤田泰成、吉田拓也、Tory Chhun、関田佐知子、Nang Myint Phyu Sin Htwe、中島一雄、藤田美紀、戸高大輔、城所聡、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナ、ダイズ、イネの水ストレス応答における *AREB-SnRK2* 経路の役割. 第53回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 京都.
 20. 小平憲祐、秦峰、Lam-Son Phan Tran、圓山恭之進、城所聡、藤田泰成、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナのストレス応答に関与する *Cys2/His2* 型ジンクフィンガー転写因子 *AZF1* と *AZF2* の機能解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 京都.
 21. 溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) 緑色植物における *AP2/ERF* 転写因子の分子系統解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 京都.
 22. 城所聡、戸高大輔、伊草小百合、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナの乾燥ストレス応答性 *PIF* ファミリー遺伝子の発現と機能の解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 京都.
 23. 田中秀典、刑部祐里子、桂彰吾、水野真二、圓山恭之進、草壁和也、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナの水分ストレス誘導性受容体様キナーゼ遺伝子の機能解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 京都.
 24. 大濱直彦、溝井順哉、吉田拓実、吉田拓也、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナの高温ストレス応答における転写因子 *HsFB* の機能解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 京都.

25. 佐藤輝、溝井順哉、田中秀典、圓山恭之進、秦峰、刑部祐里子、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナにおいて乾燥・高温ストレス誘導性遺伝子発現を制御する転写因子 DREB2A の新規相互作用因子 NF-YC10 の機能解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
26. 田中あや、溝井順哉、志村恵実、戸高大輔、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナにおけるDREB2A 標的遺伝子のストレス特異的な誘導性を決定するプロモーター因子の探索. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
27. 大開暖香、黒森崇、刑部祐里子、山田晃嗣、桂彰吾、長町啓太、篠崎一雄、篠崎和子 (2012) シロイヌナズナ ABCトランスポーターG サブファミリーの遺伝子機能解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
28. 浦野 薫、圓山 恭之進、尾形 善之、鈴木 秀幸、柴田 大輔、篠崎 和子、篠崎 一雄 (2012) 乾燥ストレス応答性 TCP 転写因子とその下流因子の探索. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
29. 秋山顕治、工藤 徹、小嶋美紀子、篠崎一雄、榊原 均、櫻井哲也 (2012) ホルモノームとトランスクリプトームを結合する Web アプリケーション. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
30. 工藤 徹、秋山顕治、小嶋美紀子、櫻井哲也、榊原 均 (2012) データベース構築に向けたイネの植物ホルモノーム・トランスクリプトーム統合解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
31. 近藤陽一、吉住 毅、岡 義人、川島美香、栗山朋子、長谷川由果子、後藤裕人、秋山顕治、櫻井哲也、武藤 周、光田展隆、瀧口裕子、高木 優、松井 南 (2012) 光依存的に核局在が制御されている転写因子 ZAT9 の機能解析. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
32. 内海好規、櫻井哲也、松井 南、真鍋理一郎、松井章浩、石田順子、田中真帆、諸澤妙子、栗山朋子、篠崎一雄、Narangajavana, J., Triwitayakorn, K., Sraphet, S., Sojikul, S., 梅村佳美、石谷 学、関 原明 (2012) キャッサバの DNA オリゴアレイと形質転換系の開発. 第53回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 京都.
33. 小平憲祐、金井要樹、圓山恭之進、山田晃嗣、城所聡、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) シロイヌナズナの転写因子 DREB1A が制御する葉緑体膜タンパク質 COR413-IM1、COR413-IM2.1 の機能解析. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.
34. 月居佳史、藤田泰成、関田佐知子、Nang Myint Phyu Sin Htwe、吉田拓也、小平憲祐、城所聡、中島一雄、圓山恭之進、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) ダイズの乾燥ストレス応答性転写因子 GmAREB3 の機能解析. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.
35. 城所聡、文辰錫、戸高大輔、伊草小百合、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) シロイヌナズナの乾燥ストレス応答性 PIF ファミリー遺伝子の転写制御解析. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.
36. 大濱直彦、溝井順哉、吉田拓実、吉田拓也、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) シロイヌナズナの高温ストレス応答における転写因子 HsfB の機能解析. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.
37. 佐藤輝、溝井順哉、田中秀典、圓山恭之進、秦峰、刑部祐里子、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) ストレス誘導性転写因子 DREB2A の相互作用タンパク質 NF-YC10 はシロイヌナズナの高温ストレス特異的な応答に寄与する. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.
38. 大開暖香、黒森崇、刑部祐里子、山田晃嗣、圓山恭之進、桂彰吾、長町啓太、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) シロイヌナズナにおけるABCトランスポーターG サブファミリー遺伝子群の機能解析. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.
39. 草壁和也、溝井順哉、石田哲也、柳沢修一、高橋史憲、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) 高温ストレス誘導性遺伝子発現を制御するシロイヌナズナの転写因子 HsfA1 の新規相互作用因子の探索. 第54回日本植物生理学会年会, 3月21~23日, 岡山.

40. 渡邊慶太郎、城所聡、大堀鉄平、森脇崇、溝井順哉、圓山恭之進、小平憲祐、篠崎一雄、篠崎和子 (2013) ダイズの環境ストレス応答に関与する転写因子 GmDREB1 ファミリーの機能解析. 第 54 回日本植物生理学会年会, 3 月 21~23 日, 岡山.
41. 金森紀仁、Silveira, C., 中島一雄、篠崎和子、Nepomuceno, A. (2013) ブラジル大豆品種を用いた形質転換系の確立. 第 31 回日本植物細胞分子生物学会大会, 9 月 10~12 日, 札幌.
42. 明賀史純 (2013). P4 LHC-like 蛋白質 OHP1 の局在解析. 第 4 回日本光合成学会年会, 5 月 31 日~6 月 1 日, 名古屋.
43. 高崎寛則、圓山恭之進、藤田美紀、吉田拓也、中島一雄、明賀史純、豊岡公德、高橋史憲、篠崎和子、篠崎一雄 (2014). Stress-Responsive NAC genes involved in leaf senescence in *Arabidopsis*. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
44. 明賀史純、小山内久益子、中野雄司、斎藤民雄、長田裕之、篠崎一雄 (2014). 高温による光合成傷害を緩和する化合物の探索. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
45. 藤田美紀、篠崎一雄 (2014). 植物ポリアミントランスポーター AtLAT ファミリーの機能解析. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
46. 浦野薫、圓山恭之進、草野都、及川彰、岡崎洋三、中林亮、小嶋美紀子、櫻井哲也、高崎寛則、榊原均、斉藤和季、篠崎和子、篠崎一雄 (2014). ダイズの乾燥ストレス応答に関わる包括的代謝物プロファイリング解析. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
47. 佐藤輝、溝井順哉、田中秀典、圓山恭之進、秦峰、刑部祐里子、篠崎一雄、篠崎和子 (2014) シロイヌナズナ NF-YC10 は乾燥・高温ストレス誘導性転写因子 DREB2A と相互作用し、高温ストレス特異的な標的遺伝子発現に寄与する. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
48. 小泉慎也、大濱直彦、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2014) シロイヌナズナにおける HSP70 の細胞内局在制御因子 Hikeshi 相同遺伝子の機能解析、第 55 回日本植物生理学会年会. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
49. 森本恭子、溝井順哉、秦峰、金俊植、佐藤輝、刑部祐里子、篠崎一雄、篠崎和子 (2014) シロイヌナズナの環境ストレス誘導性転写因子 DREB2A による標的遺伝子の転写活性化には、DREB2A の安定化に加えて活性化が必要である. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
50. 溝井順哉、秦峰、城所聡、篠崎一雄、篠崎和子 (2014) シロイヌナズナの AP2/ERF 型転写因子 DREB2A の翻訳後調節における負の活性制御ドメインの機能解析. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
51. 大濱直彦、草壁和也、溝井順哉、高橋史憲、石田哲也、柳澤修一、篠崎一雄、篠崎和子 (2014) 高温ストレスに応答した遺伝子発現を制御するシロイヌナズナの転写因子 HsfA1 の活性制御における HSP70 の機能解析. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18~20 日, 富山.
52. Takahashi, F., Tilbrook, J., Trittermann, C., Berger, B., Roy, S., Seki, M., Tester, M., Shinozaki, K. (2014) Correlation of transcriptome profiles with physiological traits for bread wheat cultivars under salinity stress. 第 55 回日本植物生理学会年会, 3 月 18-20 日, 富山.
53. 七夕高也、片岡知守、小林麻子、堀清純 (2014) 圃場での形質評価作業を効率化するための携帯端末アプリの開発. 日本育種学会 第 126 回講演会, 9 月 26-27 日, 宮崎.
54. 七夕高也 (2014) 画像解析等を用いた形質評価開発と農業研究への応用. 計測制御技術の農業研究への積極的活用を検討するための研究交流ワークショップ, 11 月 14 日, 石垣.
55. 城所聡、渡邊慶太郎、大堀鉄平、森脇崇、圓山恭之進、溝井順哉、Nang Myint Phyu Sin Htwe、藤田泰成、関田佐知子、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) ダイズの環境ストレス応答性 DREB1 型転写因子群の機能解析. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.
56. Myouga, F., Takahashi, K., Tanaka, R., Nakagami, H., Shinozaki, K. (2015) A combined immunoprecipitation and mass spectrometric approach to determine OHP1-interacting partners. 第 56 回日本植物生理学会年会, 3 月 16~18 日, 東京.

57. Takahashi, F., Tilbrook, J., Trittermann, C., Berger, B., Roy, S. J., Seki, M., Shinozaki, K., Tester, M. (2015) Correlation of leaf sheath transcriptome profiles with physiological traits of bread wheat cultivars under mild salinity stress. 第56回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 東京.
58. Urano, K., Maruyama, K., Kusano, M., Oikawa, A., Okazaki, Y., Nakabayashi, R., Kojima, M., Sakurai, T., Takasaki, H., Sakakibara, H., Saito, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2015) Metabolome and transcriptome analyses of tissue specific and drought stress response in soybean. 第56回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 東京.
59. 小泉慎也、城所聡、大濱直彦、溝井順哉、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) 高温ストレス下における植物の生長制御機構の解明、第56回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 東京.
60. 繁田薫、溝井順哉、城所聡、小平憲祐、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) 乾燥・高温複合ストレスに対するダイズの生理応答および遺伝子発現応答の解析、第56回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 東京.
61. 大濱直彦、溝井順哉、趙慧美、小泉慎也、草壁和也、高橋史憲、石田哲也、柳澤修一、篠崎一雄、篠崎和子 (2015) 植物の高温ストレス応答の初期で働く転写因子HsfA1の活性制御機構の解析、第56回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 東京.
62. Zhao, H., Ohama, N., Koizumi, S., Kusakabe, K., Mizoi, J., Kidokoro, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2015) Functional Analysis of 70 kDa Heat Shock Proteins in *Arabidopsis*, 第56回日本植物生理学会年会, 3月16~18日, 東京.
63. Takasaki, H., Maruyama, K., Fujita, M., Yoshida, T., Nakashima, K., Myouga, F., Toyooka, K., Takahashi, F., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2015) Important roles of stress-responsive NAC transcription factors SNAC-A in leaf senescence. 2015年度農芸化学会大会, 3月26~29日, 岡山.
64. 永利友佳理、矢野めぐむ、藤田泰成 (2014) 制御温室におけるダイズの干ばつ耐性評価システムの検討. 日本作物学会第239回講演会, 3月27~28日, 藤沢.
65. Nakashima, K., Fujita, Y., Kanamori, N., Katagiri, T., Umezawa, T., Kidokoro, S., Maruyama, K., Yoshida, T., Ishiyama, K., Kobayashi, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Three SnRK2 protein kinases are the main positive regulators of ABA signaling in seed development and dormancy in *Arabidopsis*. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
66. Fujita, Y., Yoshida, T., Nakashima, K., Nakasone, S., Chhun, T., Kidokoro, S., Fujita, M., Maruyama, K., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) AREB/ABF-SnRK2 pathway involved in ABA signaling in response to water stress. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
67. Yoshida, T., Fujita, Y., Sayama, H., Kidokoro, S., Maruyama, K., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) AREB1, AREB2, and ABF3 are master transcription factors that cooperatively regulate ABRE-dependent ABA signaling involved in drought stress tolerance and require ABA for full activation. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
68. Maruyama, K., Mizoi, J., Kidokoro, S., Takasaki, H., Yoshida, T., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) The *cis*-acting elements in cold and dehydration inducible promoters of *Arabidopsis* and rice. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
69. Qin, F., Mizoi, J., Morimoto, K., Kodaira, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) *SPINDLY*, a negative regulator of GA signaling, is involved in plant abiotic stress response. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
70. Mizoi, J., Qin, F., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Analysis of a stress-responsive stabilization mechanism of *Arabidopsis* DREB2A. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
71. Yoshida, T., Nakajima, J., Todaka, D., Sakuma, Y., Nakashima, K., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Transcriptional regulation of an *Arabidopsis* DREB2A gene

- under heat stress condition. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
72. Osakabe, Y., Katsura, S., Arinaga, N., Yamada, K., Tanaka, H., Seo, S., Kodaira, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Control mechanism of osmotic stress response and plant growth by potassium transporter in *Arabidopsis*. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 73. Yamada, K., Osakabe, Y., Mizoi, J., Nakashima, K., Fujita, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Functional analysis of an *Arabidopsis thaliana* abiotic stress-inducible facilitated diffusion transporter for monosaccharides. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 74. Mizoguchi, M., Umezawa, T., Nakashima, K., Takasaki, H., Fujita, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Functional analysis of osmotic stress-activated subclass II SnRK2 protein kinases in Arabidopsis. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 75. Urano, K., Maruyama, K., Ogata, Y., Suzuki, H., Shibata, D., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Transcriptional networks of dehydration-responsive genes in Arabidopsis. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 76. Mochida, K., Yoshida, T., Sakurai, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Tran, L.-S. (2010) LegumeTFDB: An integrative database for functional genomics of *Glycine max*, *Lotus japonicus* and *Medicago truncatula* transcription factors. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 77. Umezawa, T., Sugiyama, N., Mizoguchi, M., Hayashi, S., Myouga, F., Yamaguchi-Shinozaki, K., Ishiyama, Y., Hirayama, T., Shinozaki, K. (2010) The PP2C-SnRK2 complex: a central regulatory module of protein phosphorylation networks in abscisic acid signaling. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 78. Fujita, M., Iuchi, S., Fujita, Y., Kobayashi, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2010) Variation in oxidative stress tolerance in Arabidopsis accessions. The 21st International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2010), Jun 6-10, Yokohama, Japan.
 79. Fujita, Y., Yoshida, T., Nakashima, K., Nakasone, S., Chhun, T., Kidokoro, S., Fujita, M., Maruyama, K., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) AREB/ABF-SnRK2 pathway plays a pivotal role in ABA signaling in response to water stress. The 20th International Conference on Plant Growth Substances (IPGSA 2010), Jun 28 - Jul 2, Tarragona, Spain.
 80. Engels, C., Fuganti, R., Rodorigues, F.A., Kanamori, N., Rolla, A.A.P., Marin, S.R.R., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Marcelino, F.C., Mizoi, J., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2010) Transgene copy number quantification by qPCR in GM soybeanlines containing the rd29A:AtDREB2A construction. The III Brazilian Biotechnology Congress, Oct 12-15, Fortaleza, Brazil.
 81. Giroto, L., Kanamori, N., Nepomuceno, A.L. (2010) Agrobacterium-mediated transformation of Brazilian soybean cultivar, BR16. The III Brazilian Biotechnology Congress, Oct 12-15, Fortaleza, Brazil.
 82. Marcolino, J., Amaral, I.C., Nakayama, T.J., Rodorigues, F.A., Pereira, R.M., Do Nascimento, L.C., Binneck, E., De Oliveira, M.C.N., Marcelino, F.C., Abdelnoor, R.V, Neumaier, N.,Farias, J.R.B., nepomuceno, A.L. (2010) Transcription factors expressed in soybean roots in response to water deficit. The III Brazilian Biotechnology Congress, Oct 12-15, Fortaleza, Brazil.
 83. Maruyama, K., Mizoi, J., Kidokoro, S., Takasaki, H., Yoshida, T., Matsukura, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Analysis of dehydration- and cold-induced transcriptional pathways in Arabidopsis, rice and soybean via identification of *cis*-acting promoter elements. Cold Spring Harbor Asia Conference: From Plant Biology to Crop Biotechnology, Oct 25-29, Suzhou, China.
 84. Kidokoro, S., Maruyama, K., Nakashima, K., Imura, Y., Osakabe, Y., Fujita, Y., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) PIF7 negatively regulates *DREB1* expression under circadian control in *Arabidopsis*. Cold Spring Harbor Asia Conference: From Plant Biology to Crop Biotechnology, Oct 25-29, Suzhou, China.

85. Kanai, M., Maruyama, K., Yamada, K., Kidokoro, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Analysis of a novel membrane protein family, COR413 controlled by an Arabidopsis transcription factor DREB1A. Cold Spring Harbor Asia Conference: From Plant Biology to Crop Biotechnology, Oct 25-29, Suzhou, China.
86. Tanaka, H., Osakabe, Y., Katsura, S., Mizuno, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2010) Functional analysis of stress-induced receptor-like cytosolic kinase gene in *Arabidopsis*. Cold Spring Harbor Asia Conference: From Plant Biology to Crop Biotechnology, Oct 25-29, Suzhou, China.
87. Kuromori, T., Miyaji, T., Yabuuchi, H., Sugimoto, E., Moriyama, Y., Shinozaki, K. (2010) ABA transport and the functional factors found in Arabidopsis ABC transporters. The 2010 Cold Spring Harbor Asia Conference on From Plant Biology to Crop Biotechnology, Oct 25-29, Suzhou, China.
88. Takahashi, F., Mizoguchi, T., Yoshida, R., Ichimura, K., Shinozaki, K. (2010) Calmodulin-dependent activation of MAP kinase for ROS homeostasis under mechanical wounding. The 2010 Cold Spring Harbor Asia Conference on From Plant Biology to Crop Biotechnology, Oct 25-29, Suzhou, China.
89. Urano K., Maruyama K., Ogata Y., Suzuki H., Shibata D., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. (2010) Co-expression analysis of dehydration stress response in Arabidopsis. The 2010 Cold Spring Harbor Asia Conference on From Plant Biology to Crop Biotechnology, Oct 25-29, Suzhou, China.
90. Rolla, A.A.P., Kanamori, N., Fuganti-Pagliarini, R., Marin, S.R.R., Engles, C., Yamaguchi-Shinozaki, K., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Abdelnoor, R.V., Marcelino-Guimaraes, F.C., Nepomuceno, A.L. (2011) Molecular characterization of genetically modified soybean lines developed aiming to obtain drought tolerance. III Brazilian Symposium on Plant Molecular Genetics, Apr 10-15, Ilheus, Brazil.
91. Giroto, L., Soldera, M.C.A., Kanamori, N., Nepomuceno, A.L. (2011) Establishment soybean transformation method using *Agrobacterium tumefaciens*. III Brazilian Symposium on Plant Molecular Genetics, Apr 10-15, Ilheus, Brazil.
92. Nakashima, K., Fujita, Y., Maruyama, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Three SnRK2 protein kinases involved in ABA-signaling function for the control of seed dormancy and abiotic stress tolerance in Arabidopsis. 22nd International Conference on Arabidopsis Research, Jun 22-25, Wisconsin, USA.
93. Mizoi, J., Yasuda, N., Qin, F., Maruyama, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Comparative functional analysis of DREB2A and DREB2B in Arabidopsis. 22nd International Conference on Arabidopsis Research, Jun 22-25, Wisconsin, USA.
94. Ohama, N., Yoshida, T., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Functional analysis of B-class heat shock transcription factors in Arabidopsis. 22nd International Conference on Arabidopsis Research, Jun 22-25, Wisconsin, USA.
95. Fujita, M., Fujita, Y., Iuchi, S., Kobayashi, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2011) Variation in methyl viologen tolerance in Arabidopsis accessions. 22nd International Conference on Arabidopsis Research, Jun 22-25, Wisconsin, USA.
96. Kidokoro, S., Maruyama, K., Mitsuda, N., Ohme-Takagi, M., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Transcriptional regulation of the cold-inducible *DREB1* by CAMTA family in *Arabidopsis*. XXIV SPPS Congress, Aug 21-25, Stavanger, Norway.
97. Yoshida, T., Fujita, Y., Maruyama, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Functional analysis of a bZIP-type transcription factor, ABF1, involved in SnRK2-mediated ABA signaling in response to water stress. 12th International Symposium on Plant Protein Phosphorylation, Sep 14-16, Tübingen, Germany.
98. Tanaka, H., Osakabe, Y., Katsura, S., Mizuno, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Functional analysis of abiotic stress-inducible genes encoding receptor-like kinases in *Arabidopsis*. 12th International Symposium on Plant Protein Phosphorylation, Sep 14-16, Tübingen, Germany.
99. Fuganti-Pagliarini, R., Carvalho, J.F.C., Rolla-Santos, A.A.P., Engels, C., Morinari, M.D.C., Vasquez, G., Marin, S.R.R., Kanamori, N., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Oliveira, M.C.N., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2011) Análise fisiológica e agrônômica de

- plantas de soja geneticamente modificados com os genes *AtDREB1A* e *AtDREB2A* sob déficit hídrico em condições experimentais de campo (Physiological and agronomical analysis in genetically modified soybean plants with *AtDREB1A* and *AtDREB2A* genes under water deficit conditions on field experiment). Mercosoja Congress, Sep 14-16, Rosario, Argentina.
100. Leite, J.P., Barbosa, E.G.G., Marin, S.R.R., Marinho, J.P., Fuganti-Pagliarini, R., Farias, J.R.B., Neumaier, N., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L., Desidério, J.A. (2011) Eficiência do processo de co-transformação em soja via biobalística, detecção de eventos quiméricos e análise da herança do transgê (Co-transformation efficiency process in soybean, via biobalistics, detection of chimeric events and transgene inheritance analysis). Mercosoja Congress, Sep 14-16, Rosario, Argentina.
 101. Maruyama, K., Todaka, D., Mizoi, J., Yoshida, T., Kidokoro, S., Matsukura, S., Takasaki, H., Sakurai, T., Yamamoto, Y.Y., Yoshiwara, K., Kojima, M., Sakakibara, H., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Identification of *cis*-acting promoter elements in cold- and dehydration-induced transcriptional pathways in *Arabidopsis*, rice and soybean. Botanikertagung 2011, Sep 18-23, Berlin, Germany.
 102. Urano, K., Maruyama, K., Ogata, Y., Suzuki, H., Shibata, D., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2011) Identification of TCP transcription factor in response to abiotic stress. Botanikertagung 2011, Sep 18-23, Berlin, Germany.
 103. Fujita, Y., Yoshida, T., Chhun, T., Nakashima, K., Fujita, M., Kidokoro, S., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Role of AREB-SnRK2 pathway in response to osmotic stress. 4th International Workshop on Plant Abiotic Stress: From Systems Biology To Sustainable Agriculture, Nov 18-19, Limassol, Cyprus.
 104. Satoh, H., Mizoi, J., Tanaka, H., Qin, F., Osakabe, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2011) Analysis of an interactor with the transcription factor DREB2A regulating water- and heat-stress-inducible gene expression in *Arabidopsis*. 4th International Workshop on Plant Abiotic Stress: From Systems Biology To Sustainable Agriculture, Nov 18-19, Limassol, Cyprus.
 105. Kuromori, T., Sugimoto, E. and Shinozaki, K. (2012) ATP-binding cassette (ABC) transporters functioning for stomatal response. Plant Abiotic Stress Response II, Feb 22-25, Vienna, Austria.
 106. Takahashi, F., Mizoguchi, T., Yoshida, R., Ichimura, K. and Shinozaki, K. (2012) Important roles of MPK8 in wound stress signaling. Plant Abiotic Stress Response II, Feb 22-25, Vienna, Austria.
 107. Giroto, L., Soldera, M.C.A., Honna, P.T., Kanamori, N., Marcelino-Guimarães, F.C., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2012) Transformação da cultivar de soja BR16 via *Agrobacterium tumefaciens*, com a construção 35S:AREB1. VI Congresso Brasileiro de Soja, Jun 11-14, Cuiaba, Brazil.
 108. Leite, J.P., Barbosa, E.G.G., Marin, S.R.R., Marinho, J.P., Fuganti-Pagliarini, R., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L., Desidério, J.A. (2012) Caracterização de plantas transgênicas de soja obtidas com a forma constitutiva do fator de transcrição AREB1. VI Congresso Brasileiro de Soja, Jun 11-14, Cuiaba, Brazil.
 109. Crusiol, L.G.T., Carvalho, J.F.C., Toledo, C.deF., Neumaier, N., Marcelino-Guimarães, F.C., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L., Farias, J.R.B. (2012) Comportamento espectral de diferentes genótipos de soja (GM para tolerância a seca e convencionais), em condição irrigada e sob estresse hídrico. VI Congresso Brasileiro de Soja, Jun 11-14, Cuiaba, Brazil.
 110. Kodaira, K., Qin, F., Tran, L.-S.P., Maruyama, K., Fujita, Y., Kidokoro, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) *Arabidopsis* C2H2 zinc-finger proteins AZF1 and AZF2 negatively regulate ABA-repressive and auxin-inducible genes under abiotic stress conditions. Gordon Research Conference: Salt & Water Stress in Plants, Jun 24-29, Hong Kong, China.
 111. Fujita, Y., Yoshida, T., Nakashima, K., Nang, M.P.S.H., Sekita, S., Fujita, M., Todaka, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) AREB/ABF-SnRK2 pathway plays a key role in response to osmotic stress in plants. 23rd International Conference on Arabidopsis Research, Jul 3-7, Vienna, Austria.
 112. Yoshida, T., Fujita, Y., Maruyama, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012)

- Functional analysis of a bZIP-type transcription factor, ABF1, in SnRK2-mediated ABA signaling under drought stress. 23rd International Conference on Arabidopsis Research, Jul 3-7, Vienna, Austria.
113. Osakabe, Y., Katsura, S., Arinaga, N., Nagamachi, K., Tanaka, H., Yamada, K., Seo, S., Abo, M., Yoshimura, E., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Control mechanism of osmotic stress response and plant growth by potassium transporter in Arabidopsis. 23rd International Conference on Arabidopsis Research, Jul 3-7, Vienna, Austria.
 114. Girotto, L., Soldera, M.C.A., Marin, S.R.R., Kanamori, N., Fujita, Y., Yoshida, T., Marcelino-Guimarães, F.C., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2012) *Agrobacterium*-mediated transformation of soybean variated, BR16, Gene 35S:AREB1, analysis by Southern blotting. 6th the International Crop Science Congress, Aug 6-10, Bento Gonçalves, Brazil.
 115. Maruyama, K., Urano, K., Yoshiwara, K., Morishita, Y., Sakurai, N., Suzuki, H., Kojima, M., Sakakibara, H., Shibata, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Integrated analysis of metabolites, phytohormones and transcripts in rice under cold and dehydration conditions. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 116. Mizoi, J., Sato, H., Qin, F., Yasuda, N., Sakuma, Y., Maruyama, K., Tanaka, A., Todaka, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Identification of a conserved serine/threonine-rich motif that serves as a functional core for the negative regulation of DREB2-type transcription factors. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 117. Kidokoro, S., Moon, J.S., Todaka, D., Igusa, S., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Transcriptional regulation of *PIF* family genes down-regulated under drought stress conditions in *Arabidopsis*. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 118. Mogami, J., Fujita, Y., Kidokoro, S., Tsukiori, Y., Nakagami, H., Nomura, Y., Yanagisawa, S., Ishida, T., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Identification of SnRK2-interacting proteins in Arabidopsis. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 119. Morimoto, K., Mizoi, J., Qin, F., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Functional Analysis of the Arabidopsis Transcription Factor DREB2A under Environmental Stress Conditions. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 120. Ohama, N., Mizoi, J., Yoshida, T., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Functional Analysis of B-class Heat Shock Transcription Factors in Arabidopsis. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 121. Sato, H., Mizoi, J., Tanaka, H., Maruyama, K., Qin, F., Osakabe, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) NF-YC10, a novel interacting protein with Arabidopsis DREB2A, forms a NF-Y trimer and enhances the transcriptional activity of DREB2A under heat-stress conditions. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 122. Kim, J.S., Maruyama, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2012) Functional deficiency of unfold protein response-associated transcription factors, bZIP17 and bZIP28 leads various morphological disorders in *Arabidopsis thaliana*. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 123. Fujita, M., Fujita, Y., Iuchi, S., Yamada, K., Kobayashi, Y., Urano, K., Kobayashi, M., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2012) Natural variation in a polyamine transporter determines paraquat tolerance in Arabidopsis. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 124. Takasaki, H., Fujita, M., Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2012) Stress-responsive NAC genes involved in leaf senescence in Arabidopsis. 10th International Congress on Plant Molecular Biology, Oct 21-26, Jeju, Korea.
 125. Marin, S.R.R., Todaka, D., Maruyama, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2012) Identificação de regiões promotoras de genes expressos durante déficit hídrico em cultivares de soya. XV Congreso Latinoamericano de Genética, Oct 28-31, Rosario, Argentina.
 126. Yoshida, T., Fujita, Y., Maruyama, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) A

- quartet of *Arabidopsis* AREB/ABF transcription factors play pivotal roles in gene expression via ABRE *cis*-elements in ABA signaling involved in drought stress tolerance. Keystone Symposia: Plant Abiotic Stress and Sustainable Agriculture: Translating Basic Understanding to Food Production, Jan 17-22, Taos, USA.
127. Neumaier, N., Carvalho, J.F.C., Rolla-Santos, A.A.P., Engels, C., Farias, J.R.B., Fuganti-Pagliarini, R., Guimarães, F.C.M., Marin, S.R.R., Mizoi, J., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nepomuceno, A.L. (2013) Testing DREB genetically modified soybean plants for drought tolerance in both greenhouse and field conditions. World Soybean Research Conference IX, Feb 17-22, Durban, South Africa.
 128. Mogami, J., Fujita, Y., Kidokoro, S., Tsukiori, Y., Nakagami, H., Nomura, Y., Yanagisawa, S., Ishida, T., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Identification of subclass III SnRK2-interacting proteins in *Arabidopsis*. International Workshop on Plant Membrane Biology XVI, Mar 26-31, 2013, Kurashiki, Japan.
 129. Maruyama, K., Urano, K., Kojima, M., Sakakibara, H., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Integrated analysis (phytohormones and transcripts) of the effects of heat shock stress in *Arabidopsis*, rice and soybean. 24th International Conference on Arabidopsis Research, Jun 24-28, Sydney, Australia.
 130. Behnam, B., Iuchi, S., Fujita, M., Fujita, Y., Yamaguchi-Shinozaki, K., Kobayashi, M., Shinozaki, K. (2013) Promoter analysis of an *Arabidopsis* gene for 9-*cis* epoxycarotenoid dioxygenase-3 (*AtNCED3*) involved in dehydration-inducible transcription. 24th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2013), Jun 24-28, Sydney, Australia.
 131. Myouga, F., Akiyama, K., Tomonaga, Y., Kato, A., Sato, Y., Kobayashi, M., Nagata, N., Sakurai, T., Shinozaki, K. (2013) Chloroplast function database II: a large-scale collection of homozygous mutants and their phenotype effects for nuclear-encoded chloroplast proteins. 24th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2013), Jun 24-28, Sydney, Australia.
 132. Osakabe, Y., Arinaga, N., Umezawa, T., Katsura, S., Yamada, K., Tanaka, H., Abo, M., Yoshimura, E., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Control mechanism of osmotic stress response and plant growth by potassium transporter in *Arabidopsis*. 24th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2013), Jun 24-28, Sydney, Australia.
 133. Takahashi, F., Tilbrook, J., Trittermann, C., Berger, B., Roy, S., Seki, M., Tester, M., Shinozaki, K. (2013) Transcriptome analysis under salt stress in *Triticum aestivum*. 24th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2013), Jun 24-28, Sydney, Australia.
 134. Urano, K., Maruyama, K., Ogata, Y., Suzuki, H., Shibata, D., Gonzalez, N., Inze, D., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2013) Molecular mechanism of TCP transcription factor in response to abiotic stress response. 24th International Conference on Arabidopsis Research (ICAR 2013), Jun 24-28, Sydney, Australia.
 135. Ohama, N., Mizoi, J., Yoshida, T., Yoshida, T., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Functional analysis of B-class heat shock transcription factors in *Arabidopsis*. 24th International Conference on Arabidopsis Research, Jun 24-28, Sydney, Australia.
 136. Sato, H., Mizoi, J., Tanaka, H., Maruyama, K., Qin, F., Osakabe, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2013) Functional analysis of NF-YC10, a novel interacting protein with *Arabidopsis* DREB2A, which may be involved in the stress specific expression of DREB2A target genes, 24th International Conference on Arabidopsis Research, Jun 24-28, Sydney, Australia.
 137. Takasaki, H., Maruyama, K., Fujita, M., Yoshida, T., Nakashima, K., Myouga, F., Toyooka, K., Takahashi, F., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2013) Stress-responsive NAC transcription factors involved in ABA inducible leaf senescence. Seventh EPSO Conference, Sep 1-4, Porto Heli, Greece.
 138. Kanamori, N., Silveira, C.A., Rockenback, S., Girotto, L., Soldera, M.C., Fraga, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Nakashima, K., Neumaier, N., Nepomuceno, A.L. (2013) Two kinds of agrobacterium-mediated transformation methods for molecular breeding of soybean. AMERICAS: International Conference on Soybean Utilization, Oct 22-24, Bento Gonçalves, Brazil.
 139. Marcolino-Gomes, J., Rodrigues, F.A., Fuganti-Pagliarini, R., Nakayama, T.J., Molinari,

- H.B.C., Harmon, F.G., Nepomuceno, A.L. (2013) Gene expression networks and cis-elements combinatorial models in soybean: circadian clock and drought responses. In: Workshop on Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants: the Challenge for the 21st Century, Nov 6-8, Ilhéus, Brazil.
140. Takahashi, F., Tilbrook, J., Trittermann, C., Berger, B., Roy, S., Seki, M., Tester, M., Shinozaki, K. (2014) Mutual correlation of transcriptome profiles toward physiological traits among South Australian bread wheat cultivars under salinity stress. KeyStone Symposia on Plant Signaling: Dynamic Properties, Feb 5-10, Colorado, USA.
 141. Morimoto, K., Mizoi, J., Sato, H., Kim, J., Qin, F., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Stabilization of Arabidopsis DREB2A is required but not sufficient for the induction of target genes under conditions of stress, Keystone Symposia on Plant Signaling: Dynamic Properties, Feb 5–10, Colorado, USA
 142. Osakabe, Y., Osakabe, K. (2014). Site-directed genome engineering of higher plants by genome editing tools; ZFN, TALEN, and CRISPR/CAS9. International Symposium on RNAi and Genome Editing Methods, Mar 14-16, Tokushima, Japan.
 143. Fujita, M., Shinozaki, K. (2014) Functional analysis of Arabidopsis polyamine/paraquat transporters. Plant Biology 2014, Jul 12-16, Portland, USA.
 144. Takahashi, F., Umezawa, T., Ichimura, K., Mizoguchi, T., Kazuo, S. (2014) The stress-inducible MAPKKs mediate ABA signaling in Arabidopsis. Plant Biology 2014, Jul 12-16, Portland, USA.
 145. Tanabata, T., Fujita, M., Urano, K., Shinozaki, K. (2014) Development of phenotype analysis system RIPPS for evaluating water stress response and water use efficiency. Plant Biology 2014, Jul 12-16, Portland, USA.
 146. Ohama, K., Kusakabe, K., Mizoi, J., Takahashi, F., Ishida, T., Yanagisawa, S., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Analysis of the regulation mechanism of HsfA1 activity via HSP70 in Arabidopsis, Gordon Research Conference on Plant Molecular Biology, Jul 20-25, Holderness, USA
 147. Maruyama, K., Goto, S., Urano, K., Nakashima, K., Sakurai, T., Shinozaki, K. (2014) Identification of cis-acting elements in dehydration-inducible promoters in Zea mays and Glycine max. 25th International Conference on Arabidopsis Research, Jul 28 – Aug 1, Vancouver, Canada.
 148. Myouga, F., Shinozaki, K. (2014) Search of the chemical compounds which alleviates thermal damage of photosynthetic electron-transport systems. 25th International Conference on Arabidopsis Research, Jul 28 – Aug 1, Vancouver, Canada.
 149. Kidokoro, S., Watanabe, K., Ohori, T., Moriwaki, T., Maruyama, K., Nang Myint Phyu Sin Htwe, Fujita, Y., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Functional analysis of DREB1-type transcription factors under abiotic stress in soybean. 25th International Conference on Arabidopsis Research, Jul 28 – Aug 1, Vancouver, Canada.
 150. Sato, H., Mizoi, J., Tanaka, H., Maruyama, K., Qin, F., Osakabe, Y., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Identification of the NF-Y trimer including NF-YC10, which interacts with Arabidopsis DREB2A and regulates the stress specific expression of DREB2A target genes. 25th International Conference on Arabidopsis Research, Jul 28 – Aug 1, Vancouver, Canada.
 151. Koizumi, S., Ohama, N., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Functional analysis of the Hikeshi-like protein that interacts with HSP70 in Arabidopsis, 25th International Conference on Arabidopsis Research, Jul 28 – Aug 1, Vancouver, Canada.
 152. Takasaki, H., Maruyama, K., Fujita, M., Yoshida, T., Nakashima, K., Myouga, F., Toyooka, K., Takahashi, F., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2014) Important roles of stress-responsive NAC transcription factors SNAC-A in leaf senescence. Gordon Research Conference on Salt & Water Stress in Plants, Aug 3-8, Newry, USA.
 153. Kodaira, K.-S., Masuda, N., Shigeta, K., Kanai, M., Yamada, K., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Functional analysis of two osmotic stress-responsive genes during seed development in *Arabidopsis thaliana*, Gordon Research Conference on Salt & Water Stress in Plants, Aug 3-8, Newry, USA.

154. Mogami, J., Fujita, F., Yoshida, T., Tsukiori, Y., Nakagami, H., Nomura, Y., Fujiwara, T., Nishida, S., Yanagisawa, S., Ishida, T., Morimoto, K., Kidokoro, S., Mizoi, J., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. (2014) Novel roles of subclass III SnRK2s and their interacting partners in modulating Mg^{2+} -susceptibility in Arabidopsis, Gordon Research Conference on Salt & Water Stress in Plants, Aug 3-8, Newry, USA.
155. Kanamori, N., Giroto, L., Silveira, C.A., Rockenback, S., Soldera, M.C., Fraga, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Fujita, Y., Nakashima, K., Neumaier, N., Marcelino, F.C., Nepomuceno, A.L. (2014) Two kinds of Agrobacterium-Mediated Transformation Methods and Soybean Transformation for Molecular Breeding. International Association of Plant Biotechnology Congress 2014, Aug 10-15, Melbourne, Australia.
156. Tanabata, T., Kataoka, T., Kobayashi, A., Hori, K., Isobe, S. (2015) iYacho: An application for field tablets that enable rapid and accurate scoring and data management in plant phenotyping. Plant and Animal Genome XXIII Conference, Jan 9-14, San Diego, USA.

(5)知財出願

①国内出願 (0 件)

②海外出願 (1 件)

1. 向上した環境ストレスに対する耐性を示す植物体及びその製造方法、篠崎和子、佐藤輝、東京大学、2013 年1月22日、PCT/JP2013/051210、PCT 出願(日本、ブラジル、米国、中国に移行中)

③その他の知的財産権 なし

(6)受賞・報道等

① 受賞

- 篠崎一雄:トムソン・ロイター社「最も注目を集めた研究者(Hottest Researchers)」世界第5位、2012 年 4 月 12 日
- Most-Cited Paper 賞(*Journal of Plant Research*):Yasunari Fujita, Miki Fujita, Kazuo Shinozaki, Kazuko Yamaguchi-Shinozaki (2011) ABA-mediated transcriptional regulation in response to osmotic stress in plants. *J. Plant Res.* 124: 509–525
- 篠崎一雄、篠崎和子、藤田泰成、圓山恭之進: トムソン・ロイター社「高被引用論文著者であり、世界に影響力を持つ研究者」(Highly Cited Researchers 2014)に選出される。2014 年 8 月

② マスコミ(新聞・TV等)報道

1. 夕刊読売新聞(10 面)、「耐える植物」で砂漠を畑に 篠崎和子教授の夢、2010 年 4 月 8 日
2. 科学新聞(2 面)、生き抜くため活性酸素制御 植物のリン酸化酵素特定、2011 年 3 月 25 日
3. 日経電子版、理化学研究所、植物の生命活動に必須なポリアミンの輸送体「RMV1 タンパク質」を発見、2012 年 4 月 3 日
4. 化学工業日報(9 面)、植物の生命活動 必須物質の輸送体発見、2012 年 4 月 5 日
5. 科学新聞(4 面)、生命活動に必須なポリアミンの輸送体:理研などの研究グループ解明、2012 年 4 月 27 日
6. 夕刊日本経済新聞(14 面)、世界で注目の研究者:理研の篠崎氏 5 位、2012 年 4 月 12 日
7. 毎日新聞(26 面)、米の論文引用ランキング:日本から 2 氏選出、2012 年 4 月 13 日
8. 日刊工業新聞(20 面)、昨年の注目研究者トップ10に理研・篠崎氏、2012 年 4 月 13 日
9. 日経産業新聞(7 面)、11 年に注目集めた研究者:理研・篠崎氏、世界 5 位、2012 年 4 月 16 日

日

10.TV Globo News「ブラジルにおける遺伝子組換え食品についての番組に出演し、遺伝子組換えダイズの開発について解説した」

<http://g1.globo.com/pr/parana/paranatv-2edicao/videos/t/londrina/v/consumidor-ainda-nao-sabe-se-alimento-e-transgenico/3559707/>

Nepomuceno: 2014 年 8 月 12 日

③ その他

なし

(7)成果展開事例

①実用化に向けての展開

＜公開可能なもの＞

- ・ ブラジル Embrapa 大豆研における圃場試験で干ばつ耐性が確認された遺伝子組換えダイズについては、実用化に向けて、更なる試験を実施中。

② 社会実装(研究成果の社会還元)への展開活動

- ・ 相手国の4人の若手研究者が、環境ストレス耐性を示す遺伝子組換えダイズの作出に関する成果を発表し、本プロジェクトにおいて人材育成に貢献した。
- ・ これまでに本プロジェクト研究により、ブラジル側で2人の博士号取得者が誕生した(いずれも日本研修者)。
- ・ 日本の若手研究者がアグロバクテリウムを用いたダイズの形質転換技術の開発に関する成果を発表し、本プロジェクトにおいて人材育成に貢献した。
- ・ 日本の若手研究者がダイズのオリゴアレイ法の開発ならびにそれを用いた解析に関する成果を発表し、本プロジェクトにおいて人材育成に貢献した。

§ 6 プロジェクト期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2010.4.28	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	8 (0)	JICA 専門家として派遣する金森と、ブラジルでの研究の進め方、研究体制、テレビ会議システムの導入について協議した。 22 年度に送るコンストラクトについて、ブラジルからの種子輸入について検討した。
2010.5.7	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	10 (10)	2009～2010 年の作付けで得られた形質転換体の評価について、今後の計画について議論した。
2010.6.29	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	6 (4)	大豆研究所所長、弁護士を交え、Kick-off Meeting に向けて主に事務的なことがらを協議した。
2010.7.1	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	8 (7)	研究の進捗状況を報告し、形質転換の方法について改めて

				検討した。
2010.7.20	Kick-off Meeting	つくば(日本)	25 (3)	日本側、ブラジル側双方の準備・進捗状況について報告・協議し、全期間を通じた研究計画と最終目標について確認した。また、2010 年度の詳細な研究計画について協議した。
2010.8.5	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	8 (7)	研究の進捗状況を報告し、金森の一時帰国中の対応などについて協議した。
2010.9.14	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	8 (0)	金森の次期派遣期間中の研究計画を確認した。ブラジルでの研究員または技術員の雇用、2011 年の短期派遣計画について協議した。
2010.10.22	セミナー	ロンドリーナ (ブラジル)	52 (50)	戸高、梅澤が大豆研究所を訪問した際に、研究紹介セミナーを開催した。また、セミナー後に施設や圃場の視察を行った。
2011.1.18	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	5 (0)	金森の次期派遣期間中の研究計画を確認した。圓山、城所の短期派遣計画について協議した。
2011.6.2	ワークショップ(非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	35 (33)	各研究所におけるダイズ、ワタ、サトウキビ、フェイジョン豆、ユーカリへの DREB 遺伝子導入の進捗状況の報告および討論。
2011.7.5	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	9 (8)	JICA 機材について、所長を含む幹部に状況を説明した。また競争制度についての理解を求めた。日本研修、篠崎プロジェクトリーダーの訪伯、理研との協定書、Dr. Nepomuceno の LABEX USA 出向中の打合せおよび協議を行なった。
2011.7.12	セミナー	ロンドリーナ (ブラジル)	27 (26)	Dr. Nepomuceno による LABEX USA についてのセミナーがあり、出向中のプロジェクト進行の質疑を行なった。
2011.7.12	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	9 (8)	直播き温室について、関係者と打合せを行なった。
2011.9.7	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	6 (0)	金森の次期派遣期間中の研究計画を確認した。2012 年の短期派遣計画について協議し

				た。
2011.12.12	RGU	東京(日本))/ ブラジリア(ブ ラジル)	33 (13)	JICA 東京本部-ブラジル事務 所をテレビ会議で結び、RGU を開催した。日本側、ブラジル 側双方の研究進捗状況につ いて報告・協議した。
2012.1.13	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	6 (0)	金森の次期派遣期間中の研 究計画を確認した。直後の短 期派遣計画について協議し た。
2012.1.23.	合同セミナー	ロンドリーナ (ブラジル)	40 (32)	大豆研を訪問している3人の インドJICAダイズ増産プロジェ クトチーム、3人の日本からの当 プロジェクトの短期専門家、大 豆研研究者との合同セミナー を開催した。
2012.3.6	DREB Workshop	ロンドリーナ (ブラジル)	60 (53)	各研究所におけるダイズ、ワ タ、サトウキビ、フェイジョン 豆、ユーカリへの DREB 遺伝 子導入の進捗状況の報告お よび討論を日本からのプロジ ェクトリーダーを含む関係者 7 人を交えて行った。
2012.3.7 -8	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	17 (10)	日本側、ブラジル側双方の進 捗状況について報告・協議 し、今後の研究計画について 確認した。また、2012 年度の 詳細な研究計画について協 議した。
2012.3.26 -29	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	5(4)	JIRCAS 本部に提出する SATREPS 平成23年度実施報 告書についての意見交換、情 報収集を行った。
2012.4.12	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	4(3)	プロジェクト、とくに Agrobacterium による形質転 換の研究の進め方について 相談した。
2012.5.2 -4	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	5(4)	日本での研修に誰を送るか相 談、協議した。
2012.5.2 -4	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	6(5)	JICA 機材の件で相談・協議し た。
2012.5.7	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	6 (0)	金森の前派遣期間中の進捗 状況と次期派遣期間中の研 究計画を確認した。
2012.5.24	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	6(5)	直播温室に設置する冷却装 置の設置場所などに関する詳 細な打ち合わせを行った。

2012.7.6	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	5(3)	7 月 31 日で契約が終了する JICA 研究員と契約終了に関する確認と手続きの打ち合わせを行った。
2012.7.11-12	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	6(5)	直播温室用冷却装置の見積もりについて業者と協議し、残り2室分の冷却装置を大豆研側で設置することを確認した。
2012.8.10	合同セミナー	ロンドリーナ (ブラジル)	15(13)	JICA モザンビークプロジェクトに参画している辻本 JIRCA 研究員と大豆研研究員による合同セミナーが開催され、当プロジェクトと関連があることを確認、これからも情報交換、意見交換を行うことになった。
2012.8.24.	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	11(7)	岩永 JIRCAS 理事長が大豆研を訪問し、大豆研との JICA および JIRCAS の共同研究の確認と打ち合わせを行った。
2012.9.17-18	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	8(7)	大豆研関係者と JICA プロジェクト中間評価レビューについての最終打ち合わせを行った。
2012.10.23-26	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	4(3)	MTA 締結迅速化とフローチャートについて、関係者と協議し、具体的な方法、方針を検討した。
2012.11.01	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	6(5)	米 国 出 向 中 の Dr. Nepomuceno が一時帰国したので、所長を含む関係者とプロジェクトの打ち合わせ、MTAの迅速化とフローチャートの確認を行った。
2013.01.21-22	合同セミナー	ロンドリーナ (ブラジル)	19(14)	大豆研を訪問している8人のインドJICA大豆増産プロジェクトチーム、3人の日本からの当プロジェクトの短期専門家、大豆研研究者との合同セミナーを開催した。
2013.01.25	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	7(4)	室澤JICAブラジル事務所長が大豆研を訪問し、大豆研との意見交換、プロジェクトの進捗報告、施設の視察が行われた。
2013.5.7	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	5(0)	金森研究員の研究に関する関係者打ち合わせ
2013.10.10	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	3(0)	金森研究員の研究に関する関係者打ち合わせ

2013.10.16	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)/ ロンドリーナ (ブラジル)	5(2)	Embrapa 大豆研究所-JIRCAS を Skype によるウェブ会議で 結んで、プロジェクトに関する 討議、意見交換を行なった。 研究の推進状況、圃場を用い た耐性評価試験に関する打ち 合わせおよび研修生受け入れ 計画に関する打ち合わせ
2013.11.18	グループ打合せ (非公開)	東京(日本)	5(1)	東大、JIRCAS、Embarapa 研 究者による研究の進捗状況に 関する協議および研修生受け 入れに関する協議
2013.11.18	グループ打合せ (非公開)	横浜(日本)	5(1)	理研、JIRCAS、Embarapa 研 究者による研究の進捗状況に 関する協議および研修生受け 入れに関する協議
2013.11.26	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	11(8)	研究の進捗状況に関する報 告、協議ならびに JCC/RGU ミ ーティングの段取りについての 打ち合わせ
2013.11.27	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	7(3)	中島 PL から JIRCAS から大豆 研に譲渡した <i>AREBI</i> 遺伝子 を金森専門家がアグロバクテリ ウム法で形質転換した2種類 のダイズ種子を日本に輸入す るための協定書についての提 出と話し合いを行なった。
2013.11.28	グループ打合せ (非公開)	ブラジリア(ブ ラジル)	4(2)	ブラジリア Embrapa 本部にお いて共同研究実施状況、問題 点について協議した。特に研 究材料の送付に関わる手続き の迅速化について申し入れた。
2013.12.18	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	9(8)	JICA 温室のクーリングシステ ムが購入以来、正常に稼働し ていないので、納入先の VHR エアコン社の担当者2人と弁 護士を交えて、大豆研の関係 者と解決策を協議した。
2013.12.24	グループ打合せ (非公開)	東京(日本)	4(0)	JICA と研究代表者による研究 推進に関する打ち合わせ
2013.12.24	グループ打合せ (非公開)	東京(日本)	2(0)	JST と研究代表者による研究 推進に関する打ち合わせ
2014.5.20	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	10 (3)	北中部長と室澤JICAブラジル 事務所長が大豆研を訪問し、 大豆研との意見交換、プロジ ェクトの進捗報告、施設の視 察が行われた。

2014.7.14	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	3(0)	JST と研究代表者による終了 時評価に関する打ち合わせ
2014.7.23	グループ打合せ (非公開)	つくば(日本)	4(1)	JIRCAS、Embarapa 研究者に よる研究の進捗状況に関する 打合せ
2014.10.16	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	7(6)	大豆研関係者と JICA プロジェ クト終了時評価レビューにつ いての最終打ち合わせを行っ た。
2015.2.13	グループ打合せ (非公開)	ロンドリーナ (ブラジル)	5(4)	大豆研幹部と JICA プロジェク ト終了後についての打ち合わ せを行った。

② 合同調整委員会開催記録
(開催日、出席者、議題、協議概要等)

年月日	出席者	議題	概要
2010.11.29	各研究グループの研究 者、JST・JICA 関係者	研究の進捗状 況、翌年以降の 研究・派遣・受入 計画	JICA 東京本部-ブラジル事務 所をテレビ会議で結び、RGU と JCC を開催した。日本側、 ブラジル側双方の研究進捗状 況について報告・協議し、 2011 年以降の研究・派遣・受 入計画を協議・確認した。
2012.03.09	各研究グループの研究 者、JST・JICA 関係者	研究の進捗状 況、翌年以降の 研究・派遣・受入 計画	JICA 東京本部-ブラジル事務 所-サンパウロ支所 をテレビ 会議で結び、JCC を開催 し、2011 年以 降 の研究・派 遣・受入計画を協議・確認し た。
2012.9.20-10.5	各研究グループの研究 者、JST・JICA 関係者	研究の進捗状 況、プロジェクト 後半の研究計画	中間評価会議。ブラジル Embrapa ダイズ研究所におい てプロジェクト関係者とのイン タビュー、農場訪問、ビデオ会 議、進捗状況の報告、討議・ 協議・打ち合わせ、MM 署名。
2013.2.27	各研究グループの研究 者、JST・JICA 関係者	研究の進捗状 況、翌年以降の 研究・派遣・受入 計画	JIRCAS-JICA 東京本部-ブラ ジル事務所-Embrapa 大豆研 究所をテレビ会議で結び、 JCC を開催した。日本側、ブ ラジル側双方の研究進捗状 況について報告、次年度の研 究計画について協議した。
2013.11.27	各研究グループの研究 者、JST・JICA 関係者	研究の進捗状 況、プロジェクト 最終年の研究・ 派遣・受入計画	JIRCAS-JICA 東京本部-ブラ ジル事務所-Embrapa 大豆研 究所をネット会議で結び、 RGU と JCC を開催した。日

			本側、ブラジル側双方の研究進捗状況について報告するとともに、次年度の研究計画について協議した。
2014.11.5	Embrapa 研究者、JIRCAS 研究者、JST・JICA 関係者、ブラジル外務省科学技術部	プロジェクト修了にあたっての研究総括、課題等	終了時評価会議。Embrapa 大豆研と Embrapa 本部を結ぶ2拠点テレビ会議として、JCC が開催された。進捗状況の報告、討議・協議・打ち合わせ、MM 署名。

§ 7 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など

(1) 共同研究全体

- 乾燥と高温に耐性なダイズを開発することは、世界の食糧の安定供給にとって重要と考えられる。マメ科植物のゲノム情報は急速に明らかになるようとしているが、本プロジェクトではこれらのダイズゲノム情報を利用して、これまでにシロイヌナズナやイネを用いて明らかにされている乾燥ストレス耐性を付与する有用遺伝子群のダイズ相同性遺伝子を同定し機能解析するとともに、これらの遺伝子をダイズ中で発現するためのストレス誘導性プロモーターを単離した。さらに、ブラジルとの共同研究により、これらの遺伝子やプロモーターをダイズに導入して解析することで、乾燥ストレス耐性ダイズの作出技術を開発した。
- 本プロジェクトはJIRCAS、理化学研究所、東京大学、ブラジル Embrapa 大豆研の参画によって行われるが、これらの機関の情報交換をスムーズにするため、メールを用いた情報交換に加え、テレビ会議システムの導入を図りRGU/JCC 会議等で活用した。また、Skype による Web 会議も出来ることが確認されたので、必要に応じて使用した。
- 日本から派遣される専門家について、Embrapa ダイズ研究所側が十分な技術交流の成果を得るために、技術交流の内容や方法について、事前に適切に調整を図った。日本側 PL とブラジル側 PL の間で、メール等を通じて頻繁に情報交換し、協議調整した。具体的な技術交流の内容、方法についても、事前に日本から派遣される研究者と現地研究者等の間で、メール等を通じて調整した。
- プロジェクトの進展に伴う生理学・育種学分野に置ける日本側の研修生受け入れ、あるいは日本側からの専門家派遣について協議した結果、日本側では研究体制の理由から、生理学・育種学分野の研修生受け入れは難しいと判断した。一方で、日本側でも生理学的評価手法を取り入れるのが適当と考え、Embrapa 大豆研の生理学的手法を習得したバイオテクノロジー研究者を研修生として受け入れ、生理学的評価に関する技術交流を実施した。また、東京大学・JIRCAS の分子生物学を専門とする研究者が、生理学的評価に関する技術交流のために訪伯した。
- 日本側研究機関と Embrapa との MTA 等の決済手続き、ならびに植物防疫上の手続きに時間を要したことが、研究機関間の試料の送付の遅延を引き起こし、プロジェクト目標の達成に少なからぬ悪影響を及ぼした。契約手続きを迅速に進めることが、プロジェクト遂行上不可欠であり、手続きの迅速化を働きかける必要があった。現在、ダイズの場合、以前締結した協定書と同一内容、文体である場合、Embrapa 本部へ送ることなく、大豆研内で決済できることに再びなった。種子送付もプロジェクト最後の種子を理研に送った際、CENARGEN の所長が新しく選出されたこともあり、極めて短期間で日本に送ることができた。
- SATREPS プロジェクトは 2015 年 3 月で終了したが、JIRCAS、理研、東大はこれ以降も EMBRAPA 大豆研と共同研究を行うために、共同研究延長のための協定書締結の手続き

が行われた。

(2) ストレス耐性研究グループ／環境ストレス耐性制御遺伝子群の探索とストレス耐性ダイズの分子育種技術の開発(国際農林水産業研究センター)

- ・ メール、現地での打ち合わせ等を通じて十分な情報交換を図り、協力体制を維持した。研究員の派遣、研修生の受け入れを通じて研究者の人的交流を深め、互いに技術を供与することで研究の進展を図った。
- ・ 共同研究の契約、作製された遺伝子組換えダイズの日本への輸入などの手続きに長時間かかり、研究遂行上の制約を生じた。

(3) ストレス応答研究グループ／環境ストレス応答制御遺伝子群の探索(理化学研究所)

- ・ ブラジル農牧公社を実際に訪問して、ブラジル側の研究施設や研究体制、ブラジルのダイズ栽培などを視察することで協力体制を確立した。
- ・ 共同研究の契約、作製された遺伝子組換えダイズの日本への輸送などの計画で長時間かかり、研究遂行上の制約を生じた点は反省点である。共同研究契約を優先的に進めることで、結果的にプロジェクトが能率良く進めることになる。

(4) ストレス受容研究グループ／環境ストレス受容関連遺伝子群の探索(東京大学)

- ・ Embrapa 大豆研を実際に訪問して、ブラジル側の研究体制や研究施設を視察した。引き続き、専門家の派遣、遺伝子解析技術の供与などを通じて協力体制を確立していきたい。

(5) ダイズ形質転換グループ／形質転換ダイズの作出と環境ストレス耐性評価(ブラジル農牧研究公社)

- ・ プロジェクト開始に当たり、形質転換効率向上および形質転換体作出に向けた基盤の整備に重点を置いた。高額機器の購入が難航していたが、23年度以降、JIRCAS本部、JICAアメリカ事務所を通じて購入することとなった。人的投入も遅れていたが、10月より実験に従事できる技術を持った研究者、技術員を雇用することが出来たので、研究推進に向けた協力体制が確立された。
- ・ 22年8月に完成予定だった新バイテク棟は予定より10ヶ月遅れ、23年6月に完成した。その後、安全検査、実験室用家具の調達、設置などで稼働が更に遅れたが、24年2月からフル稼働している。当プロジェクトに対する Embrapa 側の人的および金銭的投入は十分であると評価している。ただし、緊急時の対応には大変時間が掛かるので、日本側で負担する必要がある。
- ・ Embrapa 大豆研では2013年10月から、商業化を念頭に置いてパーティクルガン法は中止し、アグロバクテリウム法に専念することとなった。パーティクルガン法では目的の遺伝子以外のDNA断片も入ってしまい、それらを取り除くのに大変な労力が必要となり、育種グループが育種を引き受けてくれないことが主因である。そのため、アグロバクテリウム法による形質転換効率の向上は組換えダイズの作出のためには不可欠である。専門的知識を有する外部機関の情報の活用によってプロトコルの最適化をはかり、形質転換効率を1.7%まで上げるまでになり、目標としていた1.5%を越えることに成功した。本プロジェクトで開発されたアグロバクテリウム法は、今後の Embrapa でのダイズ研究推進上、非常に役立つ技術である。
- ・ プロジェクトの円滑な実施のためには、常時携わることの可能な人員の配置が不可欠である。2009年に締結されたM/Mに沿って、Embrapa 大豆研は、プロジェクトに常時携わることが可能な人員の配置について検討した。中間レビューの後、研究者1名、テクニシャン1名を当プロジェクトのために配置した。
- ・ ブラジル側プロジェクトリーダー(PL)の Dr. Nepomuceno が Embrapa 総裁の命により、平成23年9月から平成25年9月の間、LABEX USA に出向した。代行リーダーと補佐リーダーでプロジェクトを進める一方、アメリカ出向中の Dr. Nepomuceno と緊密な連絡を取り、プロジ

エクトの進行をはかった。そのため、在外事業強化費により、ブラジル-米国間でネット会議ができる環境を構築した。Dr. Nepomuceno は平成 25 年 9 月から大豆研に復帰して、その後、円滑にプロジェクト進行が実施された。

- 大豆研で新しいテレビ会議システムを導入したのを受けて、JICA ブラジル事務所、JICA 本部、大豆研の3拠点で稼働テストを行い、十分使用できることが確認された。平成 24 年度以降の JCC 会議から活用した。また、Skype による Web 会議も手軽に行なうことが確認されたので、JIRCAS などの研究グループとの協議にも活用した。
- Embrapa における MTA の決裁手続きに時間を要していることが、研究機関間の試料の送付の遅延を引き起こしており、プロジェクト目標の達成に悪影響を及ぼすことが懸念された。手続きの迅速化が必要であるが、本部での契約書の手続き、ならびに種子送付の際における CENARGEN の手続きの迅速化を求めていく必要がある。
- ブラジルで海外から研究用機器を購入すると関税により倍近い価格になるが、必要なら海外の製品の輸入を検討するべき。例えばブラジル製植物インキュベーターは故障が多く、大切な研究材料を失った事例が多い。ただし、日本から機材をブラジルに送った際、運送中に機材の破損が起こったので、注意を要する。
- 安定した干ばつ試験を実施するため、空調温室 4 室を作製した。当初温室の空調システムが正常に稼働しなかったが、2013 年 12 月に納入会社との話し合いにより、2014 年1月から調整を行い、2月から正常に稼働するようになった。しかし温室4室のうち、冷房システムが導入されている2室について、温室の湿度調整が不十分であるとのクレームが大豆研の研究者から出された。しかし、終了時評価団の訪問時、日本側の評価団から温室では、ピンポイントの調整は出来ないと指摘があった。2015 年 2 月大豆研で予算に関する会議が開催され、残りの2室の空調システムと4室の炭酸ガス調節システムを導入するため、プロジェクトで R\$1 ミリオンを申請することが決定された。

§ 8 結び

南米は北米と並び、食料を輸出することができる重要な農業生産地帯である。日本の食料自給率はカロリーベースで 39%(平成 25 年度;農林水産省)しかなく、多くの食料を他国の農業生産に依存している。特にダイズは日本の食生活にとって必要不可欠であるにも関わらず、その自給率は、わずか 7%である。そのため、日本にとって世界の食料受給の安定、特にダイズの生産の安定は非常に重要である。一方で、ブラジルにおけるダイズ生産量は、いまや米国の生産量に並んでいる。2013/2014 年予測値は、両国とも世界のダイズ生産量の 31%(USDA 2013 年資料)を占めるに至っており、地球規模での食料安定化のために、ブラジルのダイズ生産は極めて重要なものとなっている。ちなみに、2012 年の日本におけるダイズ輸入シェアは、米国 62%、ブラジル 20%(財務省資料)であった。2014/2015 年はブラジルで干ばつが起り、さらに 2015 年2月にはダイズを輸送するためのブラジル国内の幹線道路がトラックのストライキにより閉鎖され、シカゴ大豆相場にもこの問題が反映され、上昇要因となった。このように、ブラジルにおけるダイズ生産が安定化することは、日本の食料安定化のためにも重要である。また、ブラジルで生産されているダイズの約 90% 以上は遺伝子組換え体である。もし優れた形質の遺伝子組換えダイズを開発することに成功すれば、実用品種として使用される可能性は極めて高い。さらに、遺伝子組換え作物を、JIRCAS、理化学研究所、東京大学、そして Embrapa のような公共的な研究機関が開発することは、ダイズ価格の安定のためにも重要である。

本プロジェクトでは、乾燥などの環境ストレスに対する耐性獲得に関与するダイズの遺伝子群やその発現を制御するプロモーターを見出した。また、ダイズのオリゴアレイ法の開発、発現・代謝統合解析によるデータベース構築、アグロバクテリウム形質転換法の確立により、ダイズの機能解析・育種のためのプラットフォームを進展させることができた。そして、日本側研究機関である JIRCAS、理化学研究所、東京大学、そしてブラジル側研究機関である Embrapa 大豆研の共同研究により、

シロイヌナズナあるいはダイズから見出した遺伝子群を最適なプロモーターとつないでダイズに導入することにより、温室レベルで乾燥耐性が向上した系統を開発することができた。さらに、圃場条件において乾燥ストレスに対する耐性などを評価し、耐性レベルが向上した形質転換系統を選抜することに成功した。特に *SAT5* 遺伝子を導入した遺伝子組換えダイズは、圃場において干ばつ耐性を示すだけでなく、害虫の食害に対する耐性も示すという興味深い結果を示した。以上のことから、本プロジェクトの目標としていた、地球規模で問題になっている干ばつ等の地球環境劣化に対応した環境ストレス耐性作物の作出技術を開発することができたと言えよう。

今後は、本プロジェクトで作出した環境ストレス耐性ダイズ系統を利用し、実用的なダイズ品種を開発する一方で、環境ストレス耐性作物作出技術を、ダイズ以外の重要作物にも利用していくことが期待される。例えばサトウキビは、ブラジルにおいて重要な作物であり、既に JIRCAS、東京大学、Embrapa アグロエネルギー研究センターとの共同研究により、シロイヌナズナの *DREB2* 遺伝子を導入したサトウキビが温室レベルで乾燥耐性を示す事を報告している (Reis et al. 2014)。今後は圃場での評価が計画されており、既にサトウキビ種苗会社である CTC の協力を得た圃場試験の準備が開始されている。ダイズにおいて良好な結果を示した遺伝子が他の作物においても圃場レベルで干ばつ耐性を強化することができると期待される。今後も、日本の研究機関は、ブラジル側研究機関と共同研究を推進することは有効と考える。

§ 9 研究を推の変遷 (該当する場合)

(当初 PDM から終了までのすべての改訂 PDM および PDM 改訂経緯の解説)

- ・ダイズの形質転換が非常に難しいため、形質転換効率の指標(3-1)を2%から1.5%に引き下げた。2012年3月9日の合同調整委員会で承認された。

JST成果目標シート

研究課題名	地球環境劣化に対応した環境ストレス耐性作物の作出技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	中島 一雄 (国際農林水産業研究センター)
研究期間	H21採択(平成22年3月4日～平成27年3月3日) (5年間))
相手国名／主 要相手国研究 機関	ブラジル連邦共和国/ 農牧研究公社ダイズ研究センター(Embrapa Soybean)

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	・科学技術協力を通じた日本・ブラジル間友好関係の強化により、日本政府、社会、産業へ貢献
科学技術の発展	・日本発の有用遺伝子を用いた遺伝子組換え技術が相手国に普及 ・組換え作物開発研究における日本の技術力、指導力を世界にアピール
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	・特許の出願(耐性遺伝子等) ・MTAにもとづいた形質転換ダイズの譲渡
世界で活躍できる日本人人材の育成	・次世代リーダーの育成 ・参画学生・ポスドクによる査読付き論文掲載
技術及び人的ネットワークの構築	・日本における相手国研究員・学生の研修を通じた技術及び人的ネットワークの構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・論文掲載(ストレス受容・応答分野、ストレス耐性分野、効率的形質転換法についての査読付き論文) ・アウトリーチ活動(ワークショップの開催) ・メディア掲載(テレビ、新聞等)

上位目標

環境ストレス耐性ダイズの開発とブラジルにおける安定生産に貢献する

環境ストレス耐性ダイズが圃場レベルで安定的に育成される

プロジェクト目標

乾燥等の環境ストレス耐性ダイズを作出する技術が開発される

