

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：15301

研究種目：新学術領域研究（研究領域提案型）

研究期間：2010～2014

課題番号：22119001

研究課題名（和文）大地環境変動に対する植物の生存・成長突破力の分子的統合解析

研究課題名（英文）Integrated Analysis of Strategies for Plant Survival and Growth in Response to Global Environmental Changes

研究代表者

馬 建鋒 (Jian Feng, Ma)

岡山大学・その他部局等・教授

研究者番号：80260389

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 176,600,000円

研究成果の概要（和文）：領域会議を全国各地で6回開催し、班員間の情報交換を図った。若手の会を5回開催して、毎回様々な企画を行い、また若手の海外渡航のサポートも行い、若手研究者の育成に力を入れた。ニュースレターは5回発行した。一般市民を対象とした講演会、小学生や高校生の体験授業などのアウトリーチ活動も活発に行った。ストレス評価センターで組み換え植物用の隔離温室やレーザーマイクロダイセクションの利用を通じて班員のサポートを行った。日本語と英語のホームページで随時情報を更新し、広く社会に発信した。モデリングの共同研究を促進するために、講習会やマッチングなどの措置を取った。

研究成果の概要（英文）：Totally the project meeting was held six times in different places of Japan in order to stimulate the exchange of information among members. A meeting for young students and researchers was also held five times with special events each time. Furthermore, we financially support the young students and researcher to attend the international meetings. We published five volumes of newsletter. Our members also gave lectures for general citizens, elementary and high school students for teaching the power of plants to overcome environmental stresses. At the stress evaluation center, we supported the members to use closed green house for transgenic plants and laser micro dissection. We regularly updated our homepage. To stimulate collaborative studies with modelling members, we asked modelling experts to give lectures and held a meeting for matching between dry and wet scientists.

研究分野：植物分子生物・生理学

キーワード：環境変動 生存 成長 モデリング 植物突破力

1. 研究開始当初の背景

環境変動ストレスに対して植物は長い進化の過程で巧みな環境突破力を獲得し、その能力はゲノム上に刻まれている。これまで植物のストレス応答に関わる個々のストレス耐性や成長機構に関する研究は精力的に行われ、多くの研究成果を挙げてきた。しかし、ストレス耐性と成長制御は複雑に絡み合っているため、個々の研究だけでは植物の持つ環境突破力を総合的に理解し、植物個体の環境変化への応答を予測することはできない。よって個々の実験科学者が積み重ねてきた知見を理論的に束ねた数理モデルを開発し、植物のシステムとしての挙動を個体および地球環境レベルで包括的に理解することが大事であるが、研究開始当初はまだこのような試みがなされていなかった。

2. 研究の目的

様々な環境ストレスに対して植物が発達させてきた突破力の分子機構やストレス間のネットワークなどを解明し、植物個体の生存成長戦略の分子メカニズムを明らかにする。そして、これらの知見を基盤として数理モデルとコンピュータシミュレーションを駆使することにより、環境条件に応じて植物が個体として示す挙動を理論的に明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

参画する計画班員にそれぞれ分担を決め、メールや会議を通して領域を運営してきた。またストレス評価センターで班員の実験を協力した。

4. 研究成果

(1) 領域会議の開催

これまでに領域会議を6回開催した。計画班員の持ち回りで、倉敷(2011年6月)、名古屋(2012年3月)、札幌(2012

年12月)、仙台(2013年6月)、京都(2014年3月)、東京(2015年3月)の各地で開催し、計画班員と公募班員の全員が研究成果や計画を発表し、交流を深めた。そこから様々な共同研究が生まれた。またその都度、総括班会議も開催し、領域の運営方針などを議論した。

(2) 若手育成

若手育成は本領域の大きな柱の一つと位置づけ、若者の交流を深めるために、毎年各地で「若手の会」を開催してきた。若手による研究発表以外に、毎回若手を中心に様々な企画を行った。第1回目の倉敷(2010年10月)では、モデリング講習会や世界的に著名な研究者による講演(英語)を企画した。第2回目の浜松(2011年10月)では、英文ジャーナルのエディターによる「Writing scientific papers for international journals」や「女性PIへの道」を企画した。また第3回の札幌(2012年7月)では、「論文パブリッシュへの道のり」、第4回の宮城蔵王(2013年11月)では「3世代で語り合う私の研究」、第5回の京都(2014年11月)では、「若者の質問に答えてください」をそれぞれ企画した。いずれも好評を博した。

また若手の海外発表を促すために、14名の若手研究者の海外渡航経費をサポートした。

(3) 国際・国内シンポジウムの開催

本領域が主催または共催の国際・国際シンポジウムは以下のとおりです。

2015年3月、東京、「植物環境突破力 - 新たなる研究の発展に向けて -」(国際、主催)

2015年3月、東京、「Epigenetic and transcriptional control of environmental response」(国際、共催)

2014年9月、東京、「植物栄養と数理モデルの接点 - 数理モデルで植物栄養の仕組みを理解する」(国内、共催)

2014年3月、富山、「環境変動に対する植物の生存成長戦略：統合研究の新展開」(国内、共催)

2013年3月、倉敷、「16th International Workshop on Plant Membrane Biology」(国際、共催)

2013年3月、岡山、「環境と植物温度・RNA・成長」(国際、共催)

2012年12月、札幌、公開シンポジウム「環境突破力！ 植物の生存戦略と成長戦略」(国際、共催)

2012年9月、姫路、「ゲノム倍加に伴う植物細胞の成長 - 鍵因子と応用展開」(国内、共催)

2012年8月、奈良、「植物のストレス耐性の基礎研究から応用への展開」(国内、共催)

2012年3月、京都、「環境変動に対する植物の生存・成長突破力」(国内、共催)

2011年12月、倉敷、「Strategies of Plants against Global Environmental Change」(国際、主催)

2011年3月、倉敷、「第3回日中植物栄養ワークショップ」(国際、主催)

2010年9月、愛知県春日井市、「細胞周期研究から見えてきた DNA 複製・修復の統御機構」(国際、共催)

(4) ニュースレターの発行

これまでにニュースレターを計5回発行した。班員の研究成果だけではなく、解説記事や領域の活動、注目論文のハイライトなどをわかりやすく作成して、全国関連の研究者に送付した。

(5) ストレス評価センター

岡山大学資源植物科学研究所内でストレス評価センターを設けて、班員の研究活動をサポートしてきた。遺伝子組み換え植物の隔離温室を利用した外部の班員は5名で、計1215日であった。またレーザーマイクロダイセクションを利用した外部の班員は3名で、計277時間であった。

(6) 共同研究の促進

新領域を形成するために、異なる分野の共同研究を促してきた。特に実験科学者とモデリング研究者との共同研究を促すために、講習会、「モデリング研究とのマッチング」などを企画した。またモデリング研究を強化するために、総括経費の傾斜配分を行った。

(7) アウトリーチ活動

本領域の研究成果を社会に広く知ってもらうために、アウトリーチ活動を担当する計画班員を指定し、様々なアウトリーチ活動をしてきた。これまでに市民を対象にした講演会は6回、小学生の体験教室は4回、福島の高校での活動は2回を行った。

(8) 特集号の刊行

本領域の研究成果を特集号として刊行した。2012年に Rice 誌に "Abiotic Stress" という特集号を組んだ。また2015年に Plant & Cell Physiology 誌に "Modeling Strategies for Plant Growth and Survival" という特集号を組んだ。

(9) ホームページの開設

本領域の発足当時から、日本語と英語のホームページを開設した。研究成果や領域の活動などを随時更新し、社会に広く情報発信することに務めてきた。

その他にラボジョイントミーティングが各地で活発に開催された。また班員専用のホ

ホームページを開設し、研究材料、機器、得意な技術などをリストアップして、班員間の交流を促した。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 167 件) 全て査読有

Kimura Y, Aoki S, Ando E, Kitatsuji A, Watanabe A, Ohnishi M, Takahashi K, Inoue S, Nakamichi N, Tamada Y, Kinoshita T (2015) A flowering integrator, SOC1, affects stomatal opening in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol* 56, 640-649. (doi: 10.1093/pcp/pcu214)

Yoshida T, Fujita Y, Maruyama K, Mogami J, Todaka D, Shinozaki K and 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 and Environment* 38, 35-49.

Ebina I, Takemoto-Tsutsumi M, Watanabe S, Koyama H, Endo Y, Kimata K, Igarashi T, Murakami K, Kudo R, Ohsumi A, Noh AL, Takahashi H, Naito S, Onouchi H (2015) Identification of novel *Arabidopsis thaliana* upstream open reading frames that control expression of the main coding sequences in a peptide sequence-dependent manner. *Nucleic Acids Res* 43, 1562-1576.

Wang H, Chen RF, Iwashita T, Shen RF and Ma JF (2015) Physiological characterization of aluminum tolerance and accumulation in tartary and wild buckwheat. *New Phytol* 205, 273-279.

Ohashi M, Ishiyama K, Kojima S, Nakano K, Kanno K, Hayakawa T, Yamaya T (2015)

Asparagine synthetase1, but not asparagine synthetase2, is responsible for the biosynthesis of asparagine following the supply of ammonium to rice roots. *Plant Cell Physiol* 56, 769-778.

Song X-J, Kuroha T, Ayano M, Furuta T, Nagai K, Komeda N, Segami S, Miura K, Ogawa D, Kamura T, Suzuki T, Higashiyama T, Yamasaki M, Mori H, Inukai Y, Wu J, Kitano H, Sakakibara H, Jacobsen SE and Ashikari M (2015) Rare Allele of A Novel Histone H4 Acetyltransferase Enhances Grain Weight, Yield and Plant Biomass in rice. *PNAS* 112 (1), 76-81.

Yin K, Ueda M, Takagi H, Kajihara T, Sugamata Aki S, Nobusawa T, Umeda-Hara C, Umeda M* (2014) A dual-color marker system for in vivo visualization of cell cycle progression in *Arabidopsis*. *Plant J* 80, 541-552.

Li W, Yoshida A, Takahashi M, Maekawa M, Kojima M, Sakakibara, H, Kyozuka J (2015) SAD1, an RNA polymerase I subunit A34.5 of rice, interacts with Mediator and controls various aspects of plant development. *Plant J* 81, 282-291.

Iwase A, Mita K, Nonaka S, Ikeuchi M, Koizuka K, Ohnuma M, Ezura H, Imamura J, Sugimoto K (2015) WIND1-based acquisition of regeneration competency in *Arabidopsis* and rapeseed. *J of Plant Res* 128(3), 389-97.

Webb, AAR, Satake A (2015) Understanding circadian regulation of carbohydrate metabolism in *Arabidopsis* using mathematical models. *Plant & Cell Physiology* 56, 586-593.

Pokhrel YN, Hanasaki N, Yeh P J-F, Yamada TJ, Kanae S, Oki T (2012) Model estimates of sea-level change due to anthropogenic impacts on terrestrial water storage, *Nature*

Geosci doi: 10.1038/Ngeo1476

〔学会発表〕(計 300 件)

Yamaji, N., Mitani-Ueno, N. and Ma, J. F.
Transcriptional regulation of Si transporter
genes involved in uptake and distribution in
rice. 6th International Conference on Silicon
in Agriculture. Stockholm, Sweden, August
26-30, 2014. (Aug. 28 発表)

Chen, Z. C., Yamaji, N. and Ma, J. F.
Characterization of a gene controlling root
growth in rice. 12th International
Symposium on Rice Functional Genomics.
Arizona, USA, November 16-19, 2014

Ma, J. F., Yamaji, N., Xia, J. X., Sasaki, A.,
Huang, C. F. and Chen, Z. C. Transporters
conferring mineral stress tolerance. 16th
International Workshop on Plant Membrane
Biology. Kurashiki, Japan, March 26-31,
2013. (March 29 発表)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.rib.okayama-u.ac.jp/plant.stress/index-j.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

馬 建鋒 (MA, Jian Feng)

岡山大学・資源植物科学研究所・教授

研究者番号: 80260389

(2)研究分担者

内藤 哲 (NAITO, Satoshi)

北海道大学・(連合)農学研究科(研究院)・

教授

研究者番号: 20164105

山谷 知行 (YAMAYA, Tomoyuki)

東北大学・農学研究科・教授

研究者番号: 30144778

篠崎 和子 (SHINOZAKI, Kazuko)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教

授

研究者番号: 30221295

杉本 慶子 (SUGIMOTO, Keiko)

独立行政法人理化学研究所・環境資源科学

研究センター・チームリーダー

研究者番号: 30455349

沖 大幹 (OKI, Taikan)

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号: 50221148

木下 俊則 (KINOSHITA, Toshinori)

名古屋大学・理学研究科(WPI)・教授

研究者番号：50271101

佐竹 暁子 (SATAKE, Akiko)

北海道大学・地球環境科学研究科 (研究院)・准教授

研究者番号：70506237

梅田 正明 (UMEDA, Masaaki)

奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・教授

研究者番号：80221810

芦苺 基行 (ASHIKARI, Motoyuki)

名古屋大学・生物機能開発利用研究センター・教授

研究者番号：80324383

経塚 淳子 (KYOZUKA, Junko)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授

研究者番号：90273838

(3)連携研究者

()

研究者番号：