

研究領域

「フィールドにおける植物の生命現象の 制御に向けた次世代基盤技術の創出 (略称:フィールド植物制御)」

研究総括: 岡田 清孝
龍谷大学 フェロー

2021年2月11日
領域事後評価会

戦略目標

「気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築」

概要

気候変動等の環境変化に適応する農作物の開発・栽培技術の確立は、日本を含む世界的な食料問題の解決に不可欠である。これを実現するためには、我が国のモデル植物の研究で得られた基礎植物科学の知見を農作物の開発や栽培につなげることが重要であり、植物科学における生物的データを工学や情報科学等の異なる分野の技術も含めた新たな視点で収集・解析することで、育種開発や栽培技術の高度化につなげていくことが必要である。

そのため、本戦略目標では、植物科学で蓄積されたゲノム、トランスクリプトーム、メタボローム等のオミクスデータと、最先端の測定技術を活用して取得するフェノーム等の定量的データ、さらには数値化された環境要因等を情報科学的に統合解析することで、植物の生育・環境応答の予測モデルを構築し、さらに予測モデルをもとにした環境適応力が向上した植物体の作製と実環境における栽培実証を行い、植物の「生育・環境応答予測モデル」を基盤とする「環境適応型植物設計システム」を構築する。

これにより、様々な環境条件下で生育可能な農作物の設計・作製及び栽培を可能とし、食料の安定確保の実現を目指す。

研究領域

「フィールドにおける植物の生命現象の制御に向けた次世代
基盤技術の創出」

略称: フィールド植物制御

研究総括

岡田 清孝

龍谷大学 龍谷エクステンションセンター(REC)フェロー

(発足時: 龍谷大学農学部特任教授・自然科学研究機構理事)

研究期間: 2015年度～2020年度

(コロナ禍による支援により、一部課題は延長予定)

研究領域:

「フィールド植物制御」

概要

本研究領域では、フィールドにおける環境変化に適応し、安定的に生育する植物を分子レベルから設計するための次世代基盤技術の創出に関する研究を推進します。具体的には、植物の遺伝子(群)の挙動と表現型との関係性を時間的・空間的に定量的に解析し、環境に適応する植物の生理システムの包括的な理解を目指します。また、環境応答機構のモデルの構築やバイオマーカーなどの同定を行い、新しい植物生産の基盤技術を構築します。さらに、環境応答に関係する複雑な遺伝子(群)・遺伝子型の人工設計のための新たな遺伝的改良技術を開発し、多様な植物への応用展開を目指します。

研究領域の推進では、植物の環境応答機構の定量解析の観点から、植物の単一遺伝子の応答機構ではなく、多因子およびQTLによる複雑な応答機構の解明に主眼を置きます。また、各種大規模データの解析やモデル化、およびその実証の観点から、植物科学のみならず情報科学、工学などの多様な分野の個人研究者の参画を促します。さらに、本研究領域は戦略目標の達成に向けた成果創出を最大化すべく、CREST研究領域「環境変動に対する植物の頑健性の解明と応用に向けた基盤技術の創出」やさきがけ研究領域「情報科学との協働による革新的な農産物栽培手法を実現するための技術基盤の創出」とも連携した運営を行っていきます。

総括のねらい

研究総括のねらい ー研究推進の方向性と目標ー

日本の植物科学分野の基礎研究力は特に優れており、世界の第一級の成果を出している。しかしながら、

- 基礎科学が対象としている植物の多くはモデル植物であり、作物や実用植物を対象とした研究が少ない
- 実験室内とフィールドでは栽培環境が大きく異なり、フィールド環境下での応答機構の解明が不十分で定量データの質にばらつきがある
- 農学や理学分野の研究者と工学や情報科学分野の研究者との連携が十分ではなく、基礎的な知見が産業技術にまで発展していない



フィールドにおける環境変化に適応し、安定的に生育する植物を分子レベルから設計するための次世代基盤技術の創出に関する研究を推進

研究総括のねらい

—戦略目標を具現化するために、重視した研究—

① 植物の環境応答機構の定量解析に関する研究

植物の環境応答に関わる生理機能の分子システムに関するものであって、複数の遺伝子の応答ネットワークの解析に主眼をおく研究の推進

② 環境応答機構に関する数理モデル構築やバイオマーカーの開発に関する研究

大規模情報を活用した植物のインフォマティクス研究の推進

③ 遺伝子改変と遺伝子導入の新たな技術に関する研究

環境適応型植物の作出に資する次世代作物設計技術の基盤となる要素技術に関する研究の推進

コンセプト： 実験室からフィールドへ

研究総括のねらい —研究領域の運営基本方針—

採択した研究者が、相互啓発により期待通りの成果を得るための体制の整備

- 若手らしい斬新なアイデアや挑戦性、独自性、独創性を重視
 - 研究の遂行を見守り、必要に応じた助言
 - 研究者自身では対処困難な問題については、迅速な対応
- 潜在能力の高い研究者の相互触発を介した新規の融合研究の創出と、さらなる発展への素地の確立
 - 研究者間の交流と情報交換の機会の提供
- 同じ戦略目標のもとで設定された2領域との連携
 - CREST研究領域「環境変動に対する植物の頑健性の解明と応用に向けた基盤技術の創出(略称:植物頑健性)」(研究総括:田畑哲之)
 - さきがけ研究領域「情報科学との協働による革新的な農産物栽培手法を実現するための技術基盤の創出(略称:情報協働栽培)」(研究総括:二宮正士)

領域アドバイザー

領域アドバイザーの選定

- 戦略目標を具現化する中で、当該領域が重視する研究をカバー
- 多様な分野において経験が豊富であり、最先端技術にも精通している一流の研究者
 - 植物生理学、分子遺伝学、ゲノム学、情報学、生態学、植物病理学、生物間相互作用、遺伝子工学、育種学、作物学
- 圃場栽培、野外環境における植物の研究経験が豊富な研究者
- さきがけやCRESTへの参画経験者、アドバイザー経験者、大型研究プロジェクトの総括経験者
- 若手研究者、女性研究者、民間企業の研究者、所属機関等の多様性
- 総括のねらいを理解

領域アドバイザー一覧

氏名	専門分野	所属・役職(終了時)
磯部 祥子	ゲノミクス	(公財)かずさDNA研究所先端研究開発部・室長
内田 誠一	情報学	九州大学大学院システム情報科学研究所・教授
角谷 徹仁	エピジェネティクス	東京大学大学院理学系研究科・教授／情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所・教授
工藤 洋	生態学	京都大学生態学研究センター・教授
白須 賢	植物病理学	理化学研究所環境資源科学研究センター・グループディレクター
田中 和幸 * 1	育種学	タキイ種苗(株)研究農場応用研究グループ・チーフ
土岐 精一 * 2	ゲノム編集学	農業・食品産業技術総合研究機構生物機能利用研究部門・ユニット長
鳥居 啓子	植物発生学	テキサス大学オースティン校・教授／ハワードヒューズ医学研究所・インベスティゲーター
福岡 浩之 * 3	育種学	タキイ種苗(株)研究農場・副農場長
福田 裕穂	植物生理学	東京大学・理事・副学長
矢野 健太郎	情報学	明治大学農学部・教授
矢野 昌裕	育種学	農業・食品産業技術総合研究機構本部・総括調整役

2015年8月～2021年3月； * 1:～2019年3月； * 2:2016年6月～； * 3:2019年4月～

研究課題の募集・選考

採択課題の決定に向けた募集及び選考基準・選考方針

➤ さきがけ研究としての条件

- ✓ 独創的・挑戦的・国際的に高水準の発展が見込まれる基礎研究
- ✓ 科学技術イノベーションの源泉となる先駆的な研究
- ✓ 研究者間での議論・相互触発の取り組みを通じて、領域全体および関係研究分野の継続的な発展への貢献が期待できること

➤ 領域として重視した研究

- ✓ 植物の環境応答機構の定量解析に関する研究
- ✓ 環境応答機構に関する数理モデル構築やバイオマーカーの開発に関する研究
- ✓ 遺伝子改変と遺伝子導入の新たな技術に関する研究

➤ 選考にあたり留意した点

- ✓ 複数の専門分野を融合した研究の発展につながること
- ✓ モデル植物を用いた研究の場合には、実用植物への成果展開の構想がしっかりしていること
- ✓ 制御環境下で栽培した材料を用いる場合は、成果の将来のフィールド等へのしっかりした展開構想があること

応募件数・採択件数

年 度	応募件数	面接件数	採択件数	採択率(%)
2015年度 (一期生)	146	25	12	8.2
2016年度 (二期生)	84	25	10	11.9
2017年度 (三期生)	86	26	10	11.6
合 計	316	76	32	10.1

- 応募提案1課題につき3名のアドバイザーによる書類査読を行い、その結果を参考に、書類選考会において議論し、総括が面接選考対象課題を決定
- 面接選考会においては、提案者による発表と質疑応答の後、総括・アドバイザーにより議論を行い、その結果を参考にして、総括が最終的な採択課題を決定

採択者一覧(一期生)

氏名	所属・役職 終了時(採択時)	課題名
赤木 剛士	京都大学大学院農学研究科・助教 (同上)	カキ属をモデルとした環境応答性の性表現 多様化機構の解明
市橋 泰範	理化学研究所バイオリソース研究センター・チームリーダー (理化学研究所環境資源科学研究センター・基礎科学特別研究員)	植物-マイクロバイオータ超個体の生命活 動ネットワーク解明
犬飼 義明	名古屋大学農学国際教育研究センター・教授 (名古屋大学農学国際教育協力研究センター・准教授)	土壌水分変動適応型エピジェネティック情 報を捉えたイネの分子デザイン
大西 孝幸	宇都宮大学農学部・准教授 (横浜市立大学木原生物学研究所・特任助教)	核ゲノム-オルガネラゲノムの協調的改変 による植物のエネルギー代謝系の至適化
岡本 昌憲	宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター・助教 (鳥取大学乾燥地研究センター・テニュアトラック助教)	化学遺伝学的手法を利用した乾燥ストレス 適応型作物設計
菅野 茂夫	立命館大学立命館グローバル・イノベーション研究機構・助教 (徳島大学農工商連携センター・特任助教)	組み換え遺伝子を利用しない新奇植物ゲノ ム編集法の開発
田野井 慶太 朗	東京大学大学院農学生命科学研究科・教授 (同上・准教授)	植物体内物質動態に関する表現型の定量評 価基盤技術の構築
寺田 愛花	科学技術振興機構・さきがけ研究者 (東京大学大学院新領域創成科学研究科・特別研究員)	生態トランスクリプトームから組合せの働 きを見出す多重検定法の開発
萩原 伸也	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 (名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所・特任准教授)	植物ホルモン受容の可視化技術
水多 陽子	科学技術振興機構・さきがけ研究者 (名古屋大学大学院理学研究科・研究員)	花粉管をベクターとした遺伝子改変技術の 開発
山口 暢俊	奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科・助教 (奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科・助教)	光環境によって獲得された形質が遺伝する 分子基盤の解明と実用植物への応用
吉田 健太郎	神戸大学大学院農学研究科・准教授 (神戸大学自然科学系先端融合研究環・助教)	気候変動と病原菌の進化に頑強な作物設計 システムの構築

採択者一覽(二期生)

氏名	所属・役職 終了時(採択時)	課題名
泉 正範	理化学研究所環境資源科学研究センター・研究員 (東北大学学際科学フロンティア研究所・助教)	光合成老化の環境適合を可能にする分子デザインの創出
井上 晴彦	農業・食品産業技術総合研究機構生物機能利用研究部門・上級研究員 (同上・主任研究員)	土壌細菌による鉄欠乏植物を救出するメカニズムの分子基盤解明
神谷 岳洋	東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授 (同上)	フィールドでの非破壊元素動態モニタリング技術の確立と時空間動態解明
高岡 洋輔	東北大学大学院理学研究科・講師 (同上)	植物ホルモン活性のあいまい制御による環境応答バイオマーカー群の機能解明
田中 佑	京都大学大学院農学研究科・助教 (同上)	非定常光環境におけるイネ光合成の遺伝的制御の包括的解明
東樹 宏和	京大大学生態学研究センター・准教授 (京都大学大学院人間・環境学研究科・助教)	頑健な植物共生システムの設計に向けた「コア共生微生物」探索技術の開発
晝間 敬	奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科・助教 (奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科・助教)	共生微生物群の機能解析とその活用による植物生長促進技術の開発
藤井 壮太	東京大学大学院農学生命科学研究科・助教 (奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科・助教)	遺伝育種の拡張に向けた種間隔離メカニズムの解明
山本 英司	(公財)かずさDNA研究所先端研究開発部・研究員 (農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門・研究員)	遺伝子情報に基づく表現型予測モデルの構築とコンピューターシミュレーション育種への応用
横井 彩子	農業・食品産業技術総合研究機構生物機能利用研究部門・上級研究員 (同上・研究員)	ジーンターゲットングを向上させるエフェクターのデリバリーのための piggyBacシャトルベクターの開発

採択者一覧(三期生)

氏名	所属・役職 終了時(採択時)	課題名
稲垣 宗一	東京大学大学院理学系研究科・准教授 (情報・システム研究機構国立遺伝学研究所・助教)	植物免疫のエピジェネティック制御機構の 解明とその人為的制御
岡本 暁	新潟大学自然科学系(農学部)・助教 (名古屋大学大学院生命農学研究科・研究員)	道管液のペプチドミクス・プロテオミクス を用いた地下部-地上部間の相互作用の探 索とそのメカニズムの解明
小宮 怜奈	沖縄科学技術大学院大学サイエンステクノロジーグループ・サイエン ステクノロジーアソシエート (同上)	日長環境応答性を利用した生殖RNAによる 基盤育種の構築
佐藤 安弘	科学技術振興機構・さきがけ研究者 (龍谷大学研究部・日本学術振興会特別研究員)	多検体オミクスによる混植系の構築と虫害 制御
新屋 良治	明治大学農学部・専任講師 (同上)	寄生線虫性転換を誘導する環境/植物シグ ナルの解明
峯 彰	立命館大学生命科学部・助教 (立命館大学立命館グローバル・イノベーション研究機構・助教)	植物-病原体-環境ネットワークの解明に よる気候変動対応型病害抵抗性の分子設計
矢野 亮一	農研機構高度解析センター・上級研究員/筑波大学生命環境系・助教 (筑波大学生命環境系・助教)	ハウス栽培環境におけるウリ科果実の糖度 変動に関連するシンク・ソース分子ネット ワークの解明
山内 卓樹	名古屋大学生物機能開発利用研究センター・准教授 (東京大学大学院農学生命科学研究科・特任研究員)	気候変動への適応を支える根の形質可塑性 の分子基盤の解明
山田 晃嗣	徳島大学大学院社会産業理工学研究部・助教 (同上)	糖吸収競合を介して形成される植物-病原 体間相互作用の分子基盤の解明
米山 香織	愛媛大学大学院農学研究科・特任講師 (宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センター・日本学術振興会特別 研究員)	ストリゴラクトン生産・分泌制御を介した アーバスキュラー菌根菌利用技術の確立

採択課題のポートフォリオ

期生		1	1	2	1	2	2	1	3	2	2	1	3	3	3	3	2	1	2	2	3	3	1	1	3	1	3	1	2	2	3	1			
研究者名		菅野	水多	横井	萩原	高岡	神谷	田野井	佐藤	泉	田中	岡本(昌)	吉田	峯	山田	稲垣	米山	井上	市橋	東樹	晝間	山内	岡本(暁)	犬飼	山口	小宮	赤木	新屋	大西	藤井	山本	矢野	寺田		
対象分野		ゲノム編集			ホルモン		画像解析			光合成			微生物との相互作用										エピゲノム			雑種		情報・数理							
		ツール開発							ホルモン	エピゲノム	根系										生殖														
生命現象の解明	モデル植物																																		
	人工気象器等変動小さい環境																																		
	フィールド(的)変動環境下																																		
	実用植物への展開																																		
情報学・数理科学	基礎																																		
	応用																																		
育種等への応用	技術開発・選抜法等																																		
	素材開発・系統育成																																		

連携によりカバーした分野

- 重視した研究分野の課題、融合研究や研究協力により発展が期待できる課題を採択することができた。
- 採択を契機に、フィールド出の解析に挑戦しようとする課題、フィールド経験の豊富な課題をバランスよく採択できた。

領域の運営

領域運営における基本的な考え方

- 採択した研究者が相互啓発によって研究を推進し、期待通りの成果を得るように体制を準備することを最重視
- さきがけ研究者として選ばれた研究者は30代の若手研究者が中心であり、研究総括やアドバイザーは、戦略目標からの逸脱や研究方針の変更の是非などの大きな問題点に対しては注意を喚起するが、過度な指導は控え、新たな研究手法や研究材料の検討・導入などに関しては、さきがけ研究者間の情報交換と相互啓発にできるだけ任せることとし、その機会を用意することを優先
- 研究者自身では対処が困難な問題、例えば所属する研究機関への依頼・交渉などの問題については、研究総括と領域担当者ができるだけ迅速に対応する体制を整えておく

研究課題の進捗状況の把握と助言・計画への反映

➤ 研究計画

- 研究目的、研究項目、研究実施体制、研究費使途等の観点から内容の妥当性をチェックし、一部記載が不十分なものについては修正を指示

➤ 進捗状況の把握

- 領域会議における発表、サイトビジット、進捗報告書(年2回)、外部発表報告書により把握
- 予算に関しては随時対応

➤ フィードバック、次年度計画への反映

- 領域会議における発表等に対して、総括・ADからのコメントを研究者に伝え、研究推進の方向性について、再確認あるいは軌道修正として反映
- 新たな展開についても助言
- 研究者間の意見交換・共同研究等の連携も推奨

領域会議及びサイトビジット

➤ 領域会議

- 原則年2回開催(但し、2020年6月は、コロナ禍により中止)
- 少なくとも年1回は、合宿形式
- 口頭発表以外に、ポスターセッションや情報交換会等により、意見交換の時間を多く設けるよう努めた
- さきがけ「情報協働栽培」の研究者の参画(希望者のみ)
- ADによる話題提供、招待者による講演、自主企画等

➤ サイトビジット

- 各研究者につき、研究実施場所を2～3回訪問
(研究開始時、異動時、高額機器の導入時等)
- 研究開始時には、実施場所の環境等の把握と、上司へのさきがけ制度の説明と独立研究者としての活動への理解の要請を目的とした
- 2回目以降は、進捗状況の確認の他にも、さきがけ後の研究展開も含めて幅広く意見交換を行い、研究者が抱える諸問題についての把握にも努めた

領域会議の実績

	日時	場所
第1回	2016年2月13日	アルカディア市ヶ谷(私学会館)
第2回	2016年7月20～21日	帝人アカデミー富士研修所
第3回	2016年11月14～15日	ホテルニュープラザKURUME
第4回	2017年5月26～27日	京都テルサ
第5回	2017年11月23～24日	ホテルコンチネンタル府中
第6回	2018年5月20～21日	ホテルルイズ
第7回	2018年12月14～16日	AP市ヶ谷
第8回	2019年5月15～16日	Hotel & Resorts NAGAHAMA
第9回	2019年11月23～24日	AP市ヶ谷
第10回	2020年10月28日、11月6日	オンライン開催

研究費に関する措置

➤ 本体予算

- 研究開始時に、研究と予算の通期計画について、確認・承認
- 各年度の研究予算計画については、当該年度の研究計画や方向性との整合性を確認

➤ 総括裁量経費

- 2018年度に5,700千円の配賦を受け、増額による研究加速が見込まれた課題14件について、200千円～700千円の追加配賦

➤ その他の増額支援

- 年2～3回行われる予算見直し時の、JSTの支援制度を積極的に活用
- 費目間流用や予算の前倒し等では必要経費を捻出できないのか、本研究課題の新たな展開が期待されるかどうかについて吟味し、総括による順位付けとコメントを提出
- 機器の導入の場合は、所属機関内に利用可能な共用機器がないことを確認の上、導入後の共用化、領域内共同研究への発展性を重視(地方大学の研究環境の改善にも配慮)
- スタートアップ支援： 泉正範研究者(東北大→理研)、稲垣宗一研究者(遺伝研→東大)

研究課題の評価

規定の事後評価項目(下記参考)に基づき行った

➤ 課題評価の手順

- 事後課題報告書(2018年度及び2019年度終了者)あるいは終了報告書(2020年度終了者)(非公開段階の成果を含む)及び領域会議における最終報告と質疑応答の後、アドバイザーとの意見交換
- 参考として、外部発表や特許出願等の実績、研究開始からの総括・アドバイザーからのコメントへの対応等
- 事後評価項目に関してアドバイザーからのコメントの提出
- これらを総合して、総括が評価書(案)(非公開部分を含む)を作成
- 研究者との合意形成の後、決定

(参考)事後評価項目(「戦略的創造研究推進事業(社会技術研究開発及び先端的低炭素化開発を除く。)の実施に関する規則」より)

- (1) 研究課題等の研究目的の達成状況
- (2) 研究実施体制及び研究費執行状況
- (3) 研究成果の科学技術及び社会・経済への波及効果(今後の見込みを含む)

※ 該当する成果がある場合には「世界レベルの若手研究リーダーの輩出の観点から、本さきがけ研究が、研究者としての飛躍につながったか(今後の期待を含む)」を加味

研究及び領域活動の成果

研究総括のねらいと研究成果

—戦略目標を具現化するために、重視した研究—

① 植物の環境応答機構の定量解析に関する研究

植物の環境応答に関わる生理機能の分子システムに関するものであって、複数の遺伝子の応答ネットワークの解析に主眼をおく研究の推進

- 果樹カキの雄性器官と雌性器官の分化に関わるエピジェネティクス制御機構の解明（赤木剛士研究者）
- 土壌の水分含量に応答したイネ科作物の根の組織形成の可塑性の発見（山内卓樹研究者）
- 野外の変動光環境における光合成の誘導反応を増強するQTLの発見（田中佑研究者）
- 高温・高湿度下での病害レベルの定量化と免疫抑制回避機構の解明（峯彰研究者）
- 放射性物質を用いた非破壊可視化による植物体内の物質動態の定量解析技術の開発（田野井慶太郎研究者）
- 宿主植物と病原菌の長期間にわたる遺伝子発現動態の定量的網羅的解析（吉田健太郎研究者）

研究総括のねらいと研究成果

—戦略目標を具現化するために、重視した研究—

② 環境応答機構に関する数理モデル構築やバイオマーカーの開発に関する研究

大規模情報を活用した植物のインフォマティクス研究の推進

数理モデル構築

- 日本全域の生態系における植物の根系から取得したメタゲノムデータから「コア共生微生物」を特定（東樹宏和研究者）
- 多数の形質を同時改良する新たな育種設計手法の開発（山本英司研究者）
- 混植による虫害軽減効果を野外での実験データから証明（佐藤安弘研究者）
- メロンのゲノムとトランスクリプトームのデータベースを整備構築（矢野亮一研究者）
- トランスクリプトーム解析のための無限次数多重検定法(LAMP法)の並列アルゴリズムの開発（寺田愛花研究者）

② 環境応答機構に関する数理モデル構築やバイオマーカの開発に関する研究

大規模情報を活用した植物のインフォマティクス研究の推進

バイオマーカー開発

- ABA受容体の強化による節水型乾燥耐性コムギの作出（岡本昌憲研究者）
- 光合成機能の老化関連遺伝子の制御による作物の収量増大（泉正範研究者）
- 植物ホルモン受容体の構造改変と結合リガンドの設計による特定の器官成長の制御（萩原伸也研究者）
- JA受容体に結合し、病原抵抗性を付与する類縁構造化合物の探索（高岡洋輔研究者）
- 環境情報の世代を超えた長期記憶に関わるエピジェネティック制御機構の解明（山口暢俊研究者）
- 二度目の病原菌感染に対する迅速・強力な防御反応の原因となるエピジェネティック制御機構の解明（稲垣宗一研究者）
- 乾燥ストレスと根系発育に関わるエピジェネティック制御機構の解明（犬飼義明研究者）

② 環境応答機構に関する数理モデル構築やバイオマーカーの開発に関する研究

大規模情報を活用した植物のインフォマティクス研究の推進

バイオマーカー開発(続き)

- イネ生殖器官の発育を制御する non-coding RNA の発見と解析 (小宮怜奈研究者)
- 植物寄生性センチュウの雄化を制御する植物の機能の解明、性決定遺伝子や性フェロモン物質の同定 (新屋良治研究者)
- 土壌中の根圏微生物と植物間の協調的/競合的相互関係を区別する機構の解明 (晝間敬研究者)
- アルカリ性土壌中の細菌叢の機能解析と農業利用 (井上晴彦研究者)
- 根圏の微生物環境の植物成長への影響解析に基づいた栽培技術の開発 (市橋泰範研究者)
- 病原菌感染における糖吸収機構の役割の解明 (山田晃嗣研究者)
- 異種作物の混植におけるストリゴラクトンの役割の解析 (米山香織研究者)
- 環境応答に関わる道管液中の分泌型ペプチドの解析 (岡本暁研究者)
- 植物成長の至適化に向けた核とオルガネラの協調的制御の解析 (大西孝幸研究者)

研究総括のねらいと研究成果

—戦略目標を具現化するために、重視した研究—

③ 遺伝子改変と遺伝子導入の新たな技術に関する研究

環境適応型植物の作出に資する次世代作物設計技術の基盤となる要素技術に関する研究の推進

- 種間受精を妨げる種間障壁の分子機構の解明による新たな遺伝育種技術の開拓（藤井壮太研究者）
- 花粉にゲノム編集システムを導入し、精細胞や受精卵を直接ゲノム編集する技術の開発（水多陽子研究者）
- 相同組換えによる機能獲得型遺伝子組換え植物を作出するジーンターゲティング技術の確立（横井彩子研究者）
- ピロールイミダゾール-ポリアミドを用いた塩基配列特異的遺伝子改変技術の開発（菅野茂夫研究者）
- ハイパースペクトルカメラを用いた植物体内の元素動態の非破壊的捕捉技術の開発（神谷岳洋研究者）

赤木 剛士(一期生)

京都大学 大学院農学研究科・助教(現、岡山大学 大学院環境生命科学研究科・准教授)

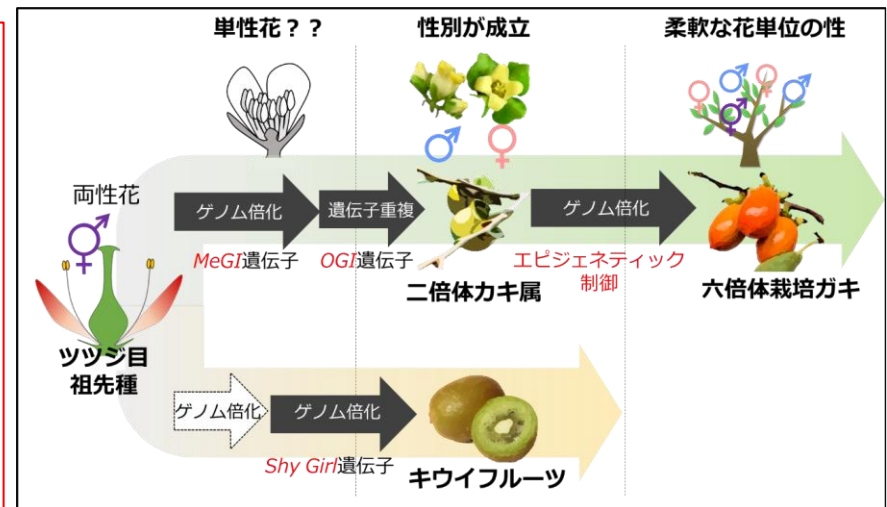
「カキ属をモデルとした環境応答性の性表現多様化機構の解明」

研究期間:2015.12~2019.3

植物は本来は両全性であるが、その進化の中で種ごとに独立して、様々な性表現を獲得している。

本研究で、カキ属の進化において、ゲノム倍化が駆動するエピジェネティック制御の成立によって「揺らぎのある性」が獲得された機構を明らかにした。さらに、互いに近縁属であるキウイフルーツとカキでは、独立したゲノム倍化が鍵となって、異なる性別決定遺伝子が獲得されたことを解明した。

今後、植物における性表現の「潜在性」が明らかとなり、本来は性別を持たない作物においても、様々な種類の性制御・改変技術が展開され、新しい形態の育種・栽培が可能になると考えられる。



Akagi, T. et al. Plant Cell 28, 2905-2915 (2016).

プレスリリース: 「柿の「揺らぐ性別」の仕組みを解明 - エピジェネティックな記憶がつくる植物の柔軟性 -」 (2017年1月)

Akagi, T. et al. Nature Plants 5, 801-809 (2019).

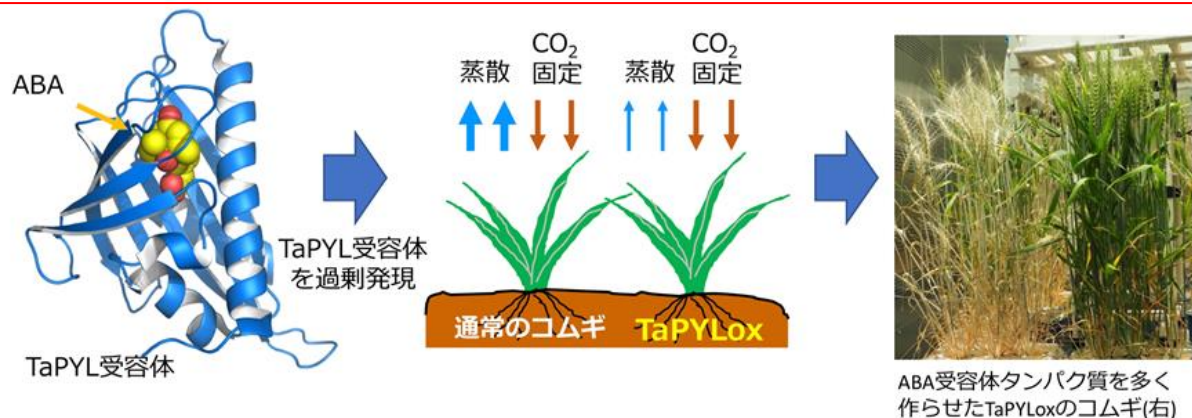
プレスリリース: 「キウイフルーツが紐解く植物が性別を手に入れた進化の仕組み」 (2019年8月)

岡本 昌憲(一期生)

宇都宮大学 バイオサイエンス教育研究センター・助教(現、准教授)

「化学遺伝学的手法を利用した乾燥ストレス適応型作物設計」

研究期間: 2015.12~2019.3



近年の気候変動による乾燥地の拡大は、農作物生産性低下の主要な要因となっており、世界で増え続ける人口を養うための食糧の生産と確保が懸念されている。

本研究では、乾燥ストレスに重要な役割を果たす植物ホルモン、アブシシン酸の受容体タンパク質を多く蓄積するコムギが、乾燥地における食糧生産の安定化を実現するための作物設計において有効であるかどうかを検証した。その結果、このコムギは、水消費量を抑えながら穀物生産を実現する節水型耐乾性コムギであることが明らかとなった。

本研究成果は、降水量が少ないために耕作が困難であった乾燥地や干ばつが多発する地域における食糧生産の切り札になることが期待される。

Mega, R. et al. Nature Plants 5, 153-159 (2019).

プレスリリース: 「干ばつに強く、水を節約して育つコムギの開発に成功」 (2019年2月)

萩原 伸也(一期生)

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

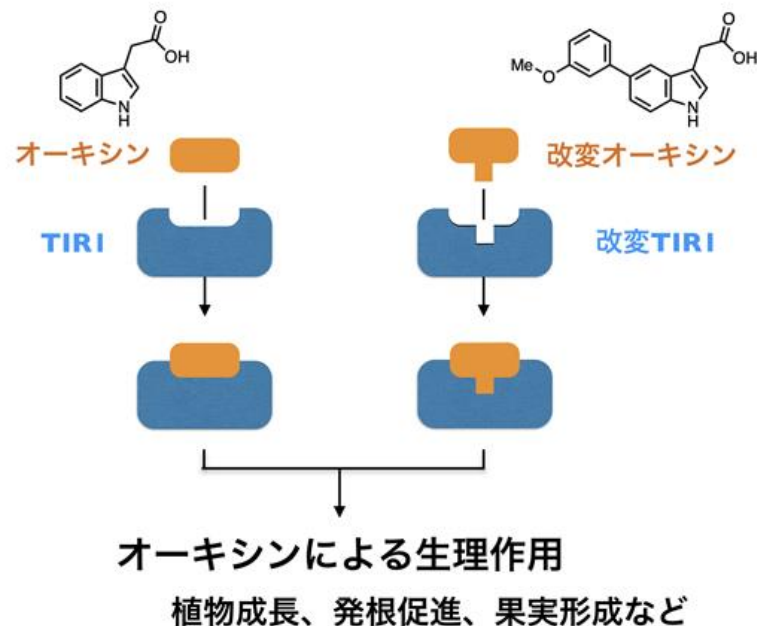
「植物ホルモン受容の可視化技術」

研究期間:2015.12~2019.3

植物ホルモン「オーキシシン」は、受容体TIR1に結合することで多様な生理作用を引き起こすが、TIR1には機能の類似したタンパク質が複数存在するため、遺伝学的手法でその機能を明確にするのは困難であった。

本研究では、合成化学と生物学を組み合わせることで、「オーキシシン」とその受容体「TIR1」の構造を改変し、新しい鍵と鍵穴を作ることで、植物の生理機能を自在に制御する仕組みを開発した。この方法を用いて、これまで曖昧にされてきたTIR1の関わる植物の生理機能を明確にした。

今後、改変受容体を器官特異的に発現させることによってオーキシシンの作用を精密に制御することや、果実形成の選択的促進など、農業上有用な応用も期待される。



Uchida N. et al. Nature Chemical Biology 14, 299-307 (2018).
プレスリリース:「有機化学と合成生物学を駆使して植物ホルモンの作用をハイジャック ~化学の力でダーウィンの見つけた植物の運動の謎に迫る~」
(2018年1月)

藤井 壮太(二期生)

東京大学 大学院農学生命科学研究科・助教(現、准教授)

「遺伝育種の拡張に向けた種間隔離メカニズムの解明」

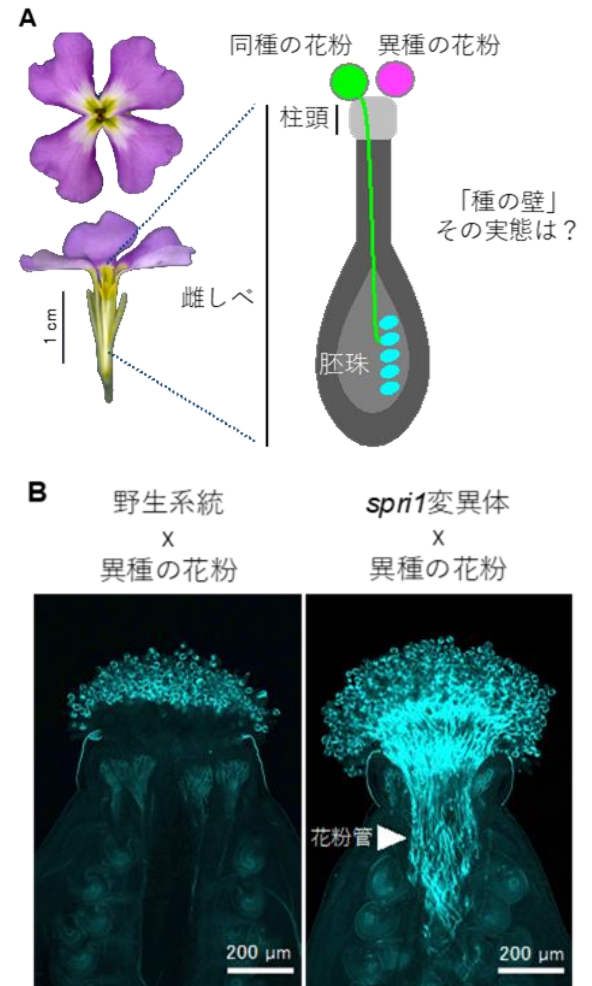
研究期間:2016.10～2020.03

生物は生殖の相手を選択するしくみをつくりだすことで、積極的に多様性を生み出したり、それを維持したりしてきた。

本研究では、モデル植物であるシロイヌナズナを利用して、「異なる種」の花粉を排除するしくみが雌しべにあることを明らかにした。その排除の役割は、*Stigmatic Privacy 1 (SPRI1)*と名付けた遺伝子が担っており、この遺伝子を破壊すると異種の花粉管も雌しべのなかに伸びて入っていけるようになることを見出した。

今後、SPRI1のしくみを標的として研究を展開することで、自在にハイブリッドを作る方法の創出が期待される。

Fujii S. et al. Nature Plants 5, 731-741 (2019)
プレスリリース:「同種と異種の花粉を区別する分子を発見
～種の壁を自在に制御する技術の開発に期待～」(2019年7月)



高岡 洋輔(二期生)

東北大学 大学院理学研究科・講師(現、准教授)

「植物ホルモン活性のあいまい制御による環境応答バイオマーカー群の機能解明」

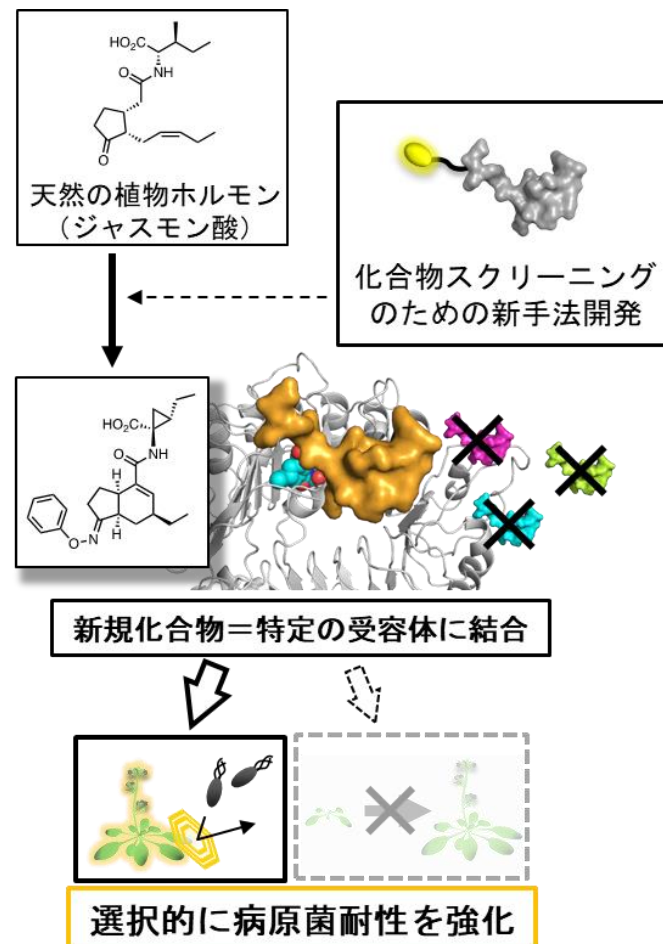
研究期間: 2016.10～2020.3

植物免疫ホルモンであるジャスモン酸は、病原菌などに対する防御を活性化するとともに、必要なエネルギーを産生するため生長を停止させる。

本研究では、ジャスモン酸が結合する複数の共受容体に対して選択的に結合する化合物を開発し、植物の生長と防御のトレードオフの関係を解消できる可能性を示した。また、植物免疫に重要な受容体サブタイプの特定に成功した。

今後、植物ホルモンの関わる複雑な生理応答の制御によって、病気・害虫・環境ストレス等に耐性をもたらす作物の創製が期待される。

Takaoka et al. Nature Communications 9, 3654 (2018).
プレスリリース: 「植物の病原菌感染を防ぐ画期的な植物免疫強化剤を開発 植物免疫の歴史的難問「生長と防御のトレードオフ」を解決」 (2018年9月)



新屋 良治(三期生)

明治大学 農学部・専任講師

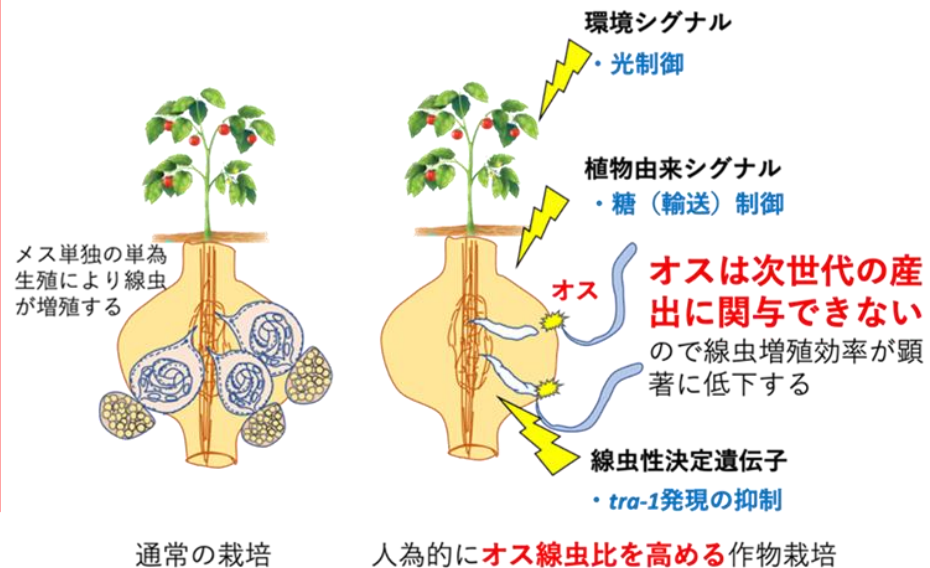
「寄生線虫性転換を誘導する環境/植物シグナルの解明」

研究期間:2017.10~2021.3

植物寄生線虫は様々な植物の主要な病害虫で、その農作物被害額は全世界で推定8兆円と推測されている。防除に有効な薬の使用が制限されたことから、新しい線虫防除手段の開発が求められている。

本研究では、ネコブセンチュウの性決定には宿主植物から摂取する糖の量が関与すること、植物寄生性線虫において転写因子 *tra-1* が主要性決定遺伝子であること、数種のケトン揮発性フェロモンとして利用していることを明らかにした。

今後、線虫の性を人為的に制御することによる、線虫の効率的な増殖を阻止する手法の確立が期待される。

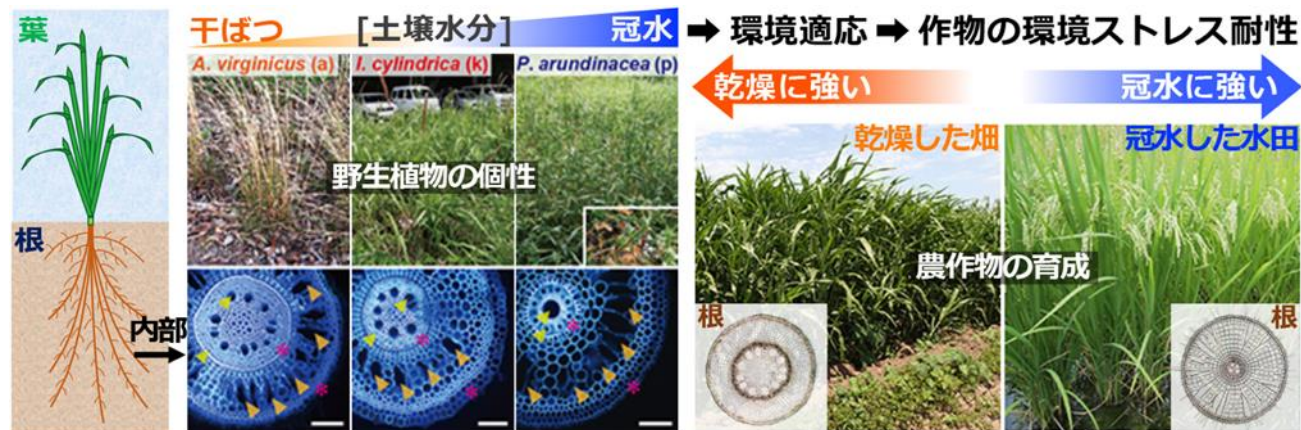


山内 卓樹(三期生)

名古屋大学 生物機能開発利用研究センター・准教授

「気候変動の適応を支える根の形質可塑性の分子基盤の解明」

研究期間: 2017.10~2021.3



近年の気候変動にともなう異常気象により、干ばつや冠水による農作物の被害が拡大しており、これらの環境ストレスに対して強靱な農作物の作出が求められている。

本研究では、根の各組織の面積比を生物的指標として利用することにより、植物の環境適応や作物の環境ストレス耐性と相関をもつ根の特徴を定量化することに成功した。また、根の内部の特徴を決める遺伝子領域を特定した。

今後、数値データを基にした植物の環境適応度のモデル化や作物育種への応用が期待される。

Yamauchi T. et al. Proceedings of the National Academy of Science USA 116, 20770-20775 (2019).

プレスリリース: 「イネの水田での生育を支える通気組織形成の仕組みを解明」 (2019年9月)

論文・発表と特許出願件数

	原著論文			特許		口頭発表		
	合計	国内	国際	国内	国際	合計	国内	国際
一期生	101	0	101	5	1	176(113)	141(87)	35(26)
二期生	42	0	42	1	1	154(83)	130(67)	24(16)
三期生	35	0	35	0	0	81(24)	61(20)	20(4)
領域合計	178	0	178	6	2	411(220)	332(174)	79(46)

2020年10月31日現在

括弧内：口頭発表の招待講演数を、内数で記載

- 24件の論文について、プレスリリースが行われた
- 著名な雑誌への発表： Science、Chem、Science Advances、Nature Chemical Biology、Nature Communications、Microbiome、Autophagy、Cell Host and Microbe、Nature Plants、EMBO Journal、Plant Cell、ACS Central Science、Current Biology、Proceedings of the National Academy of Sciences USA、Communications Biology、New Phytologist、Plant Physiology、Plant, Cell & Environment、Plant Journal、PLoS Genetics、Journal of Experimental Botany等

研究の連携・協力の推進

- さきがけ「情報協働栽培」、CREST「植物頑健性」の2領域との交流
 - 各領域が主催する領域会議やシンポジウム／ワークショップへの研究者の参加
 - さきがけ「情報協働栽培」との合同領域会議の開催
 - CREST「CO₂資源化」も含めた植物4領域合同の若手研究会の開催

- 共同研究の推奨
 - 共同FS制度の支援を受けた共同研究:16件（内、6件はさきがけ「情報協働栽培」領域の研究者との共同研究）
 - その他の領域内共同研究:約80件

→ 共著論文の発表や、科研費やJST未来事業などの外部資金獲得など、見える形になりつつある。

- 海外研究者との交流
 - 国際シンポジウム「International Symposium on the Future Direction of Plant Science by Young Researchers」の開催
 - 国際強化支援制度を利用した海外研究者の招へい:2人
 - 国際共著論文:62件

領域内外の共同研究(実績)

- 共同FS(*)による支援を得た共同研究: 16件
 - Nature Plants等への論文発表や科研費の獲得
 - 6件が、さきがけ「情報協働栽培」の研究者との共同研究
- その他の領域内共同研究: ~80件
 - 解決を目指す課題の共有
 - 技術的な核を有す協力が特徴
 - BrAD-Seq法によるライブラリー作製技術(市橋泰範研究者)、ホルモン・生理活性化合物分析技術(米山香織研究者)、ChIP-Seq技術(稲垣宗一研究者)、化学合成技術(萩原伸也研究者、高岡洋輔研究者)等
- 領域内での協働が外部資金の獲得につながった事例:
 - 科研費 基盤研究(B)、挑戦的研究(萌芽)、JST未来社会創造事業、イノベーション創造プログラム(SIP)第2期、等

(*)共同フィージビリティ(共同FS): 他ファンドへの提案や、企業との共同研究につながるような課題について、さきがけ研究者同士の共同研究に対する支援、

顕彰・受賞等

- 文部科学大臣表彰若手科学者賞
 - 平成29年度：岡本昌憲研究者(一期生)
 - 平成30年度：山口暢俊研究者(一期生)、
 - 平成31年度：赤木剛士研究者(一期生)、泉正範研究者(二期生)、山田晃嗣研究者(三期生)
 - 令和2年度：東樹宏和研究者(二期生)、藤井壮太研究者(二期生)
- 日本農学進歩賞
 - 2019年度：赤木剛士研究者(一期生)、晝間敬研究者(二期生)、山内卓樹研究者(三期生)
- 各種学会の奨励賞
 - 日本土壤肥料学会：泉正範研究者(二期生)
 - 植物化学調節学会：高岡洋輔研究者(二期生)
 - 日本作物学会：田中佑研究者(二期生)
 - 日本植物病理学会：晝間敬研究者(二期生)、峯彰研究者(三期生)
 - 日本遺伝学会：稲垣宗一研究者(三期生)
 - 日本植物細胞分子生物学会：矢野亮一研究者(三期生)

その他 10件

キャリアアップ、外部資金の獲得状況

- **昇進の実績** 23名(他に数名が、昇進の予定)
 - 教授、チームリーダーへの昇進: 4名
 - 准教授への昇進: 9名
 - 助教、講師への昇進: 4名
 - 上級研究員への昇進: 5名
 - 主任研究員への昇進: 1名
 - 専任研究者(開始時6名、途中変更2名)全員がポストを獲得(2021年4月1日時点)
- **外部資金の獲得状況**(さきがけ研究期間終了後を含む)
 - 科学研究費補助金: 代表26件、分担4件(基盤研究、若手研究、萌芽研究、新学術領域研究、国際共同研究加速基金、学術変革領域研究(B)等)
 - JST事業: SATREPS、A-STEP(産学共同フェーズ)、未来社会創造事業、A-STEP(機能検証フェーズ)、CREST、さきがけ
 - その他の大型予算: 内閣府イノベーション創造プログラム(SIP)第2期、生研センターイノベーション事業、NEDOムーンショット型研究開発事業
 - 財団等からの助成: Human Frontier Science Program、サントリーSunRiSE、山田科学振興財団 研究助成等

研究成果の社会への還元の取り組み

多くの研究者が、将来の社会実装を念頭に、研究を推進中

➤ 特許出願実績： 8件

➤ 外部資金の獲得が伴う展開事例

- 水多陽子研究者：花粉を対象とする新たなゲノム編集技術の開発に関して、A-STEP(産学共同フェーズ)で、企業と共同研究、特許出願4件
- 市橋泰範研究者：SIP(第2期)スマートバイオ産業・農業基盤技術「合成生物学等を駆使した革新的な食素材・品種育成技術の開発」において、社会実装に向けて企業と共同研究
- A-STEP(機能検証フェーズ)や生研センター予算での、企業との共同研究が複数件あり

➤ その他の事例

- 東樹宏和研究者：ベンチャー企業「サンリット・シードリングス株式会社」を設立し、生物群集及び生態系の診断に基づくコンサルティング等の業務を実施
- 矢野 亮一研究者：Melonet-DB(メロンのトランスクリプトーム情報及び解析ツールを実装)の開発
- 田野井慶太郎研究者：植物RIイメージング研究者ネットワーク BRInGの設立

シンポジウム・研究会等

- 植物の環境適応戦略をひもとく —JST植物科学のいま—
2016年10月3～4日（東京大学弥生講堂一条ホール、東京）
CREST/さきがけ植物4領域合同のシンポジウム
- 植物関係領域合同若手研究会
2018年10月18～19日（プラサヴェルデ、沼津）
CREST/さきがけ植物関連4領域の合同開催により、研究者の連携及び将来の植物研究の課題を議論
- International Symposium on the Future Direction of Plant Science by Young Researchers
2019年12月16～17日（ダイワロイヤルホテルTHE HAMANAKO、浜松）
将来を嘱望される若手研究者6名を世界各国から招き、当領域を中心とする植物関係領域の研究者が今後の研究の方向性を明確にするとともに新たな国際研究ネットワークの構築を図ることを目的として開催
- 植物のゲノム編集基盤技術開発の現状と展望
2020年2月16日（JST別館1階ホール、東京）
内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム（スマートバイオ産業・農業基盤技術）精密ゲノム編集コンソーシアムとの共催

成果発表会(学会におけるシンポジウム)

- フィールドにおける植物の理解とその制御に向けた基盤技術創出
2019年3月13日(名古屋大学東山キャンパス、名古屋)
第60回日本植物生理学会年会における一期生の成果報告会
- フィールドにおける生命現象の解明とその制御に向けた基盤技術の創出
2019年9月6日(近畿大学農学部、奈良)
日本育種学会における一期生、二期生の成果報告会
- 植物制御技術の高度化と実用
2020年3月20日(大阪大学吹田キャンパス、吹田)
第61回日本植物生理学会年会における二期生の成果報告会
- フィールドでの植物応答の制御に向けた植物環境適応機構の解明
2021年3月15日(予定)(オンライン開催)
第62回日本植物生理学会年会における三期生の成果報告会

「超分野植物科学研究会」の設立

会長：二宮正士（東京大学、さきがけ「情報協働栽培」研究総括）

副会長：岡田清孝（龍谷大学、さきがけ「フィールド植物制御」研究総括）

幹事長：田畑哲之（かずさDNA研究所、CREST「植物頑健性」研究総括）

幹事： 13名（内3名が「フィールド植物制御」領域の研究者）

同じ戦略目標の下で発足した3領域では、それぞれの領域目標の達成に向けて生物系にとどまらない幅広い分野の研究者が参画、協働し、大規模データの取得や分析、解析技術の開発を進めてきた結果、異分野融合により形成された新たな生物学の領域が、基礎から応用に至る幅広い目標に向けて大きな成果を挙げつつある。

この流れを将来に向かってさらに大きく発展させ、既存の学会の枠や分野に囚われない自由な発想に基づく新たな生物学を目指して様々な活動を行なっていくことを目的に、CREST・さきがけ3領域の研究総括が中心となって設立。

本研究会では、理学、農学、工学、情報学等幅広い分野の研究者が集い、各種オミクス解析におけるデータ収集技術や大規模情報解析技術、さらには複数のオミクス解析で得られた大規模データの統合技術の改良・開発について情報交換を行うとともに、様々な大規模解析から得られる情報や知識を、植物学、植物生理学、植物バイテクや育種等従来の植物科学に取り込み活用するための戦略についても議論する。

2021年1月23日 HP開設 <https://www.tdps.jp/>

総括の総評

総括の総評

(1) 研究領域のマネジメント

- 戦略目標に沿った意欲的な研究提案を採択
- じっくりと研究遂行できるようにさきがけ研究者の支援体制を構築（アドバイザー、JST担当者、ほか）
- 背景分野の異なる研究者間の議論と相互触発の場の提供
- 総括とJST担当者による研究環境の確認（サイトビジット）
- 研究期間延長や追加支援
- コロナウイルス禍への対処
- CREST「植物頑健性」およびさきがけ「情報協働栽培」研究者との交流

(2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

- さきがけ研究として、(1)モデル植物から作物や実用植物を対象に、(2)野外環境に応答した定量的解析、(3)農学・理学と工学・情報科学の双方の研究手法、を目指す研究提案が展開され、当初目標へ達成または肉薄した研究成果が得られた。
- 国際的な研究リーダーに成長した研究者も多い。
- 社会実装の視点から注目される成果も得られた。

総括の総評

(3) 本研究領域を設定したことの意味

- 戦略目標に沿った本さがけ研究領域では、(A)実験室内の定常的環境での精密な遺伝子応答機構解析と非定常的多要因のフィールド環境での植物動態解析の相互交流と、(B)植物科学や農学への情報/計算科学手法の活用、を縦軸および横軸として展開することを目指した。
- 基礎植物科学・農学の研究者のコミュニティに、前項の趣旨が浸透したとの実感がある。
- WET研究分野の研究者とDRY研究分野の研究者が共同研究する形よりも、自身の研究経歴から問題点や将来性を自覚した研究者が、自分に欠けている研究分野を学んで使いこなす形が実質的効果的であると感じている。

(4) 科学技術イノベーション創出に向けた、今後への期待、展望、課題

- ささがけ研究プロジェクトは、先端的・独創的な研究を世界に先駆けて試みることが主眼で、直ちに科学技術イノベーションの創出に結びつくことは明確でない。一方、前述のように少数ながら社会実装に向けて展開している研究成果があることは喜ばしい。

総括の総評

(5) 所感、その他

- さきがけ研究プロジェクトは、広い視野と長期的な見通しを持つ国際的な研究リーダーの育成を目的としている。本さきがけの研究者に採択されたことによって、そのような自覚を持つことができたとの感想も聞いている。
- 適切なポジションを得ることができなかった研究者は、さきがけ専任研究者の制度を利用して研究を発展させることができた。
- さきがけ研究者に採択された研究者は潤沢な研究費と研究に専念できる場所と時間を確保することができた。一方、採択された研究者に匹敵する独創性・先端性の高い研究計画を提案したにもかかわらず、高倍率の選考のために採択できなかった研究者が多数いたこと、彼らの中には研究計画を断念した人がいたであろうことが心残りとなっている。
- さきがけ研究のシステムは、研究遂行と研究者育成において例のない優れたシステムである。採択研究者を増やし、より多くの意欲的な研究者に機会を与えるように努力をお願いする。