国際科学技術共同研究推進事業 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)

研究領域「生物資源の持続可能な生産と利用に関する研究 」

研究課題名「ミャンマーにおけるイネゲノム育種システム強化」

採択年度: 平成29年(2017年)度/研究期間: 5年/

相手国名:ミャンマー

令和2(2020)年度実施報告書

国際共同研究期間*1
2018年5月3日から2023年5月2日まで
JST 側研究期間*2
2017年6月1日から2023年3月31日まで
(正式契約移行日2018年4月2日)

*1 R/D に基づいた協力期間(JICA ナレッジサイト等参照) *2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JST との正式契約に定めた年度末

研究代表者: 吉村 淳

九州大学•特任教授

I. 国際共同研究の内容(公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目·活動	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
	(10ヶ月)					(12 ヶ月)
1. 研究題目[1]	-					-
DNAマーカー利用による稲ゲノム育種システムの構築						
[1]-1: 戻し交配と大容量ジェノタイピング法の適用	←	効率的育種	システムの確認	<u>→</u>		
[1]-2: 有用遺伝子の探索・同定・解析	+	育種情報の	蓄積(結果を学	单術論文、報告	音等で公表	→
[1]-3: ミャンマー遺伝資源の評価と利用	遺伝資源関連	重情報の蓄積	(結果を学術詞	論文、報告書等	等で公表	-
2. 研究題目[2]	-					-
ミャンマーの自然・社会環境条件に適応した有望系統 の開発と評価				世代まで素早 系統選抜を3		
[2]-1: Rainfed lowlandに適応した有望系統の開発	+		同上			-
[2]-2: Uplandに適応した有望系統の開発	+		同上			-
[2]-3: 有望系統の評価			+	評価施設の記	设置、有望系統	競の選抜
3. 研究題目[3]						
品種化に向けた有望系統群の現地適応性試験の新 展開		—				
[3]-1: ミャンマー各地における作出有望系統の評価			+	4,5年目に品	種登録を計画	-
[3]-2: ミャンマー各地における現有有望系統の評価		←		同上		•

(2)プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

変更はない

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト(公開)

(1)プロジェクト全体

・成果目標の達成状況とインパクト等

本課題は、以下の研究題目[1]~[3]に、それぞれ 2、3の小項目を掲げて実施する。相手国機関はミャンマー連邦共和国農業畜産灌漑省 農業研究局(Department of Agricultural Research(以下、DAR))である。3年目以降は、研究項目[3]において、ASEAN 稲ゲノム育種ネットワーク形成に向けて、①品種・系統のゲノム情報やマーカー情報などのゲノム情報を扱うノウハウの移築や、②研修・ワークショップ等を通して、ミャンマーばかりでなく広く ASEAN 地域を対象に育種ネットワークの礎となる人材の育成の活動を開始する。以下に研究題目とそれぞれに対応する研究項目を示す。()は主要な実施機関を示し、その順序は責任の重みを示す。

[1] DNA マーカー利用による稲ゲノム育種システムの構築

- -1. 戻し交配と大容量ジェノタイピング法の適用(九州大学、名古屋大学、DAR)
- -2. 有用遺伝子の探索・同定・解析(名古屋大学、九州大学、DAR)
- -3. ミャンマー遺伝資源の評価と利用(九州大学、名古屋大学、DAR)

[2] ミャンマーの自然・社会環境条件に適応した有望系統の開発と評価

- -1. Rainfed lowland に適応した有望系統の開発(九州大学、DAR、名古屋大学)
- -2. Upland に適応した有望系統の開発(九州大学、DAR、名古屋大学)
- -3. 有望系統の評価(DAR、九州大学、名古屋大学)
- [3] 品種化に向けた有望系統群の現地適応性試験の新展開
 - -1. ミャンマー各地における作出有望系統の評価(DAR、九州大学、名古屋大学)
 - -2. ミャンマー各地における現有有望系統の評価(DAR、九州大学、名古屋大学)

本プロジェクトは開始(2018年5月)から3年を経過した。以下に各研究題目小項目について成果目標の達成状況とそのインパクトについて、2020年度を中心に概要する。

研究題目[1]-1では、ミャンマー品種に有用農業形質を導入するため、研究題目[2]-1、2における世代促進および戻し交配の環境整備と同時に DNAマーカー選抜の基盤を構築する。本項目の成果目標の達成状況を測る指標は、「研究題目[2]-1、-2における世代の進行度ならびに各世代の育成系統数」である。本プロジェクトでは、当初から、暗室利用ならびに暗幕被覆により短日処理を実施して、戻し交雑を進め、最も世代の進んだ育種材料は現在(2020年モンスーン期)BC2F4に達し、滞りなく世代促進および個体/系統選抜を進めた(研究題目[2]を参照)。これは、本項目で確立した育種システムが満足できる進行を示している証左であると考える。

2020 年乾期作とモンスーン作には、2019 年度までに導入した供与機材を用いて**マーカー選抜が順調に**続けられた。また、2019 年度に開始した本田の一部へのコンクリート畦の設置が **2020 年度に終了**した。

[1]-2 では、品種開発の基盤となる知見ならびに新たな資源の開発のための基礎研究(遺伝解析、遺伝子特性,機能解析等)を展開する。本項目の成果目標の達成状況を測る指標は、「論文、報告書等の数」である。これまで、名古屋大学および九州大学のメンバーは計 17 報の原著論文を公表した(別紙VI.成果発表等参照)。特に、耐水性研究に関して、本研究で見いだした節間制御遺伝子 ACE1 は現在特許出願中であり、研究内容は 2020 年 7 月に Nature 誌に掲載された。また、耐虫性研究に関して、アフリカ原産の野生イネ Oryza

longistaminata が有するツマグロヨコバイ抵抗性の遺伝的基盤の解明について原著論文として公表した。また、トビイロウンカ高度抵抗性の網羅的 QTL(量的形質遺伝子座)解析に関する論文を現在取りまとめ中である。

[1]—3 では、DAR の Seed Bank においてミャンマーのイネコアコレクションとして選定されている約 500 品種(アクセッション)を対象に各種形質の調査を進めるとともに、全ゲノム解読と GWAS (Genome Wide Association Analysis)を行っている。前年度までに、コアコレクションの均一性の検討と個体ごとの採種ならびに Genotyping By Sequencing (GBS) による DNA シークエンスを取得して、コアコレクションの分類を行った。その結果、ミャンマーのコアコレクションは、インディカ、アロマティック、ジャポニカに相当する3つの分 集団に分類された。この結果から、GWAS に供試する集団としてインディカに相当する分集団 (N=272)を対象とすることに定め、出穂期、農業・形態形質(粒大、千粒重、稈長、穂長等)、冠水耐性、耐塩性の評価を行った。

2020年度は、全ゲノム配列解読において、まず、インディカ分集団 236系統について日本晴ゲノムを参照配列としたゲノム解読が終了し、GWASの解析基盤が整った。さらに、220系統を対象に、DARで行った形質調査結果と照合して、GWASの予備的解析を行っている。一方、インディカ分集団に属し、研究項目[2]の戻し交配の反復親である Inn Ma Yebaw (IMY) を参照配列とするため de novo 全ゲノム配列解読を進め、2020年6月に IMY のアッセンブルがほぼ終了した。現在、IMY の de novo 全ゲノム配列解読の結果については、公表に向けて論文作成を行っている。併せて、コアコレクションノ品種分類と GWAS の結果についても、論文化のための最終解析を行った。

以上、2020年度には、研究題目[1]-1では、DARにおいて確立された戻し交配とマーカー選抜法を適用して研究題目[2]の活動が滞りなく進められた。さらに、研究題目[1]-2における、Nature 誌に掲載された耐水性に関する研究結果は、特筆すべき成果と言える。研究題目[1]-3のミャンマー遺伝資源の評価と利用においては、GWASが緒についた。

研究題目[2]では、Rainfed lowland (天水水田作)を対象として選定した在来品種 Paw Sam Hmwe (PSH) と IMY ([2]-1)ならびに Upland を対象として選んだ Mote Soe Ma Kay Kyay (MSMKK) ([2]-2)は、不良環境に適応し、食味等から人気の高い品種である。本研究題目では、これらを受容親(遺伝的背景、戻し交雑反復親)として、研究題目[1]-1 で整備される戻し交雑と DNA マーカー選抜を適用して、高収量性遺伝子や病害虫抵抗性遺伝子などの有用遺伝子を受容親に導入して有望系統群を作出する。2018 年 1 月から 2020 年 12 月まで、計7回の作付けを DAR で行い、研究題目[1]-1 で整備された世代促進法と戻し交雑を繰り返し、戻し交雑育種法を滞りなく進めた。この期間の育種事業概要を Fig. 1 に示した。戻し交雑第 1 代(BC1F1)種子を得るまで(2018 年度)は多くの交配組合せを育成したが、2019 年乾期作から行った BC1F1 植物の育成からは、育成材料を Priority 1 と Priority 2 に分けて戻し交雑を進めることとした。Priority 1 の材料では、改良対象3品種(PSH、IMY、MSMKK)を受容親として、早生と高収量性を最優先育種目標とした。早生は表現型により、高収量性は GN1とWFP遺伝子を表現型およびマーカーによる選抜を行った。一方、Priority 2 では他の有用遺伝子を導入対象とした。Priority 1 の材料は、2019 年 4 月までに BC2F1 種子が得られ、同年 4 月~7 月に BC2F1 世代を養成して自殖種子(BC2F2 種子)を採種した。2019 年モンスーン期に BC2F2 集団を育成して、マーカーによる対象遺伝子の遺伝子型調査や高収量性に着目した選抜を実施した。その結果、約200 個体の個体選抜を行い、2020 年乾期に BC2F3 系統を育成した。なお、2020 年乾期から Priority 1 の

材料については、育種材料の増加およびコロナ禍でのプロジェクトの規模縮減のため、PSH と IMY を受容親として早生と高収量性を育種目標とする育種材料を最優先としている。

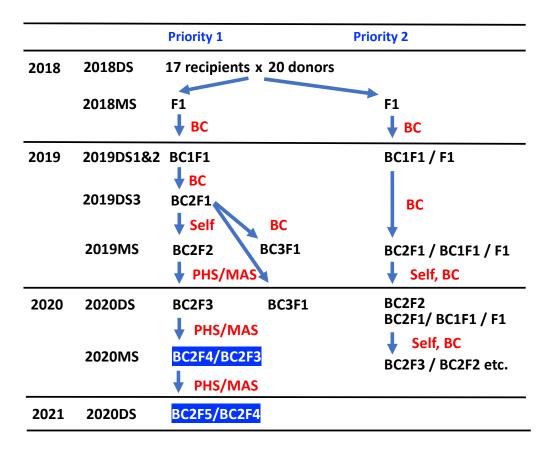


Fig. 1. Summary of major breeding activity (2018 - 2021).

BC: Backcross, Self: Self-pollinated, PHS: Phenotype Selection, MAS: Marker Assisted Selection

DS: Dry season cultivation. MS: Monsoon season cultivation

2020 年乾期には、PSHとIMYを受容親とするBC2F3系統において、早生、高収量性、半矮性等に関する有望系統・個体を観察・選別した。これらの材料については、2020 年モンスーン期にも2020 年乾期に示した性能を確認するために、BC2F3系統を再度育成して(7月7日播種と7月21日播種)、選抜を進めた。また、2020 年乾期に短日処理を行い、BC2F4種子の得た個体については、BC2F4を育成した(8月25日播種)(Table 2)。2020 年モンスーン期(同年12月作付け終了)においては、品種登録に向かう有望系統素材を確立できた(Table 3)。また、病虫害抵抗性や冠水耐性等を育種目標とするpriority 2の材料については世代を進めた(Table 4)。2021年乾期作は、2020年モンスーン期作の選抜結果を基盤にして、2021年2月5日に播種、3月1日に移植を行った。コロナ禍に加えて2月1日に起こったクーデターにより政情が不安定になり、その影響をDARも受けたので、現在、育種対象を早生、高収量性、半矮性だけに絞り、事業を展開している(Table 5)。

以上、研究題目[2]全体として、予定通り進行した。優先順位の高い交配組合せについては、予定よりも早く 進行していたので、2020年度もコロナ禍の影響を最小限に留めることができた。 研究題目[3]では、研究題目[2]で開発した有望系統群をミャンマーの様々な地点で現地適応性試験を行うとともに、SATREPS 事業「ベトナム中山間地域に適応した作物品種開発(2011-2015 年)」や WISH プロジェクトで作出した既存の有望系統をミャンマーに持ち込み、現地適応性試験を実施する。 [3]-1 では、[2]-1、[2]-2 の有望系統候補を評価する予定であるので、実施していない。一方、[3]-2 においては、前年度までに既存の有望系統を対象に、ミャンマー国内で現地適応性試験を実施し、2年分の出穂日、草丈、分げつ数、穂長、1穂粒数、1穂稔実粒、千粒重、プロット当収量等のデータを取得した。また、[3]-2 の枠組みで、本プロジェクトで使用する既存の系統や新たに作成する品種・系統のゲノム情報やマーカー情報、さらには本プロジェクトに関わる研修・ワークショップを行なうこととしている。

2020年度は、コロナ禍の影響で地方農場の試験は中止した。その他の波及活動についても同様の理由で中止した。

以上、研究題目[3]は 2019 年度までは予定通りに進行したが、2020 年度はコロナ禍の影響で活動が頓挫した。

プロジェクト全体のねらい(これまでと異なる点について)

我が国のイネ科学は基幹作物の育成と実験作物としての利用に大きく貢献してきたが、学術的な成果が必ずしも国際的な実用場面に活かされておらず、かつ市場としてのアジアにおいても中国に席巻されつつある。しかしながら、例えば中国産のハイブリットイネは、アジア各地の固有の病虫害の変異には対応しておらず、しかも多量の窒素肥料の投入を必要とするなど、さまざまな問題を引き起こしている。ポストゲノム研究の進展とともに、高収量性ばかりでなく、病虫害抵抗性、環境適応性等の有用農業形質遺伝子が本プロジェクト関係者を含む研究者グループにおいて多数同定されており、ピラミディング(遺伝子集積)による育種素材の開発を目指した新たな安全で持続的なイネ育種事業の展開が可能である。私達は、このような観点から、ベトナム等でピラミディング育種を展開してきた。成果は得られつつあるが、道半ばにあり、さらなる強化が必要である。

本プロジェクトの対象国であるミャンマーでは多様な稲作が営まれている。なかでも、本課題で主たる対象とする農業生態系は天水に頼りながら稲作を営む低地や畑地の非灌漑地域(ミャンマーのイネ作付面積の約50%を占める)であり、ASEAN ばかりでなく世界各地に広く分布する農業生態系である。これまでミャンマーを含めて東南アジアにおけるイネの育種は灌漑水田向けのイネの育種が主流であり、このような非灌漑地域に適応したイネの開発は、手つかずの状態で残ったままである。本プロジェクトで対象とするミャンマー農村地域は、典型的なミャンマー地方農村部であり、そこに暮らす人々の生計向上を図ることはミャンマーにとっては喫緊の課題である。ミャンマーのように食料のほとんどを稲作に依存する地域では、イネ科学の成果が地域の安定と発展に直接に反映されうる。

以上の背景のもとで、本課題においては、北緯 9.5-28.5 度に位置し、大デルタ地帯や山岳地帯を有し、多様な稲作を営むミャンマーを「ASEAN のイネ育種の場」と位置づけ、その多様な農業生態系を利用して、様々な気候風土(自然・社会環境)に適したイネ品種・系統の開発とその環境適応性評価を展開するが、特に灌漑用水ではなく天水に依存する水田作と畑作に適したイネの開発を主目的とする。同時に、これまで日本で培われたゲノム育種技術を適用し、質の高い日本発の科学技術(品種・系統)の展開を図るのも目的の1つである。

・地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性(これまでと異なる点について)

本プロジェクトで進めるマーカー選抜育種はこれまで日本ならびに世界で度々提案されてきた育種技術であるが、国内において実際に品種育成に利用された例は少ない。本プロジェクトでは、マーカー選抜育種が実施

されて実際に品種が開発され、マーカー選抜が育種を推進する一般的な技術としてより発展させる。また、選抜 技術をさらに改良していくことで、汎用性の高い技術を生み出すことにつながり、広く世界に認められものと期待 される。

今回用いるマーカー選抜法はゲノム配列解析を基盤とした方法を主として採用する。これは、まだ実際の育種においてはあまり採用されていない新しい方法であるので、科学技術の feasibility study としての意義は高い。

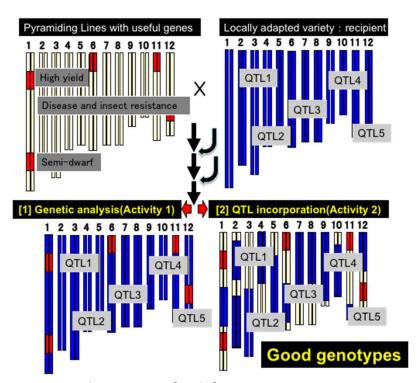


Fig. 2. Breeding strategy for defective environment.

さらには、従来の戻し交雑とマーカー選抜を併用した育種法は、Fig. 1 左上のグラフ遺伝子型のように、優秀な品種の遺伝的背景に有用遺伝子を付加することを迅速かつ効率的に行ってきたが、今回は研究題目[2]においてブラックボックスである不良環境適応性関連遺伝子や地域特異性の高い良食味関連遺伝子等、一時的にそのままにしておいて、これらの関連遺伝子群を残していく方法(Fig. 1 右下のグラフ遺伝子型)は独創性・新規性がある方法と考えている。同時に、研究題目[1] においては、研究題目[2]において作出される系統群を用いた解析が可能になる。

・研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成) 等

日本側の研究運営体制

日本側は、九州大学は吉村、安井、山形、Khin Thanda Win、名古屋大学は芦苅、永井、古田(岡山大学へ転出)を中心にプロジェクトを実施している。プロジェクトに必要な専門的知識と経験が必要な場合には、適宜専門家を招聘している。2018年10月から、碓井哲郎氏が JICA業務調整員としてチームに参加し、ミャンマーの

プロジェクト運営に尽力している。また、Enric Angeles 氏(訪問研究員)は、定期的にミャンマーを訪れ、育種事業のアドバイスを行っている。

2020 年度は、コロナ禍で碓井氏が4月に帰国した。吉村は2019年12月に長期滞在が終了し帰国したが、2020年3月まで3回渡緬したものの、2020年度はコロナ禍で渡緬できなかった。

ミャンマー側の研究運営体制

ミャンマー(DAR)における研究実施体制については、DAR 局長 Dr. Naing Kyi Win (プロジェクトリーダー)の 調整のもと、2018 年 1 月から DAR 内に RGBM (Rice Genomic Breeding in Myanmar) ユニット を形成し、現在 は総勢 23 名で試験・研究を行なっている。この 23 名のうち、9 名が 3 つの DAR 支場(ミャウミャ地方農場、テゴン地方農場、アウンバン地方農場)から本プロジェクトに参画している。

2020 年度は、2021 年 1 月に DAR が改組され、危惧していたプロジェクト終了後のイネ育種体制が整備されると喜んだものの、2 月 1 日に起こったミャンマー国軍のクーデターとそれに対する市民の不服従運動(Civil Disobedience Movement: CDM) により政情が極めて不安定となったことから、RGBM の活動やメンバー構成等も大きな影響を受けている。

日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)

2020年はコロナ禍のために活動を停止した。

人的支援の構築(留学生、研修、若手の育成)等

2020 年は本 SATREPS の JICA 予算長期研修員枠や九州大学の留学生枠を利用して、日本の大学院への留学を開始した、以下の5件を実施中である。

- 1. ミャンマー側のプロジェクトメンバーである Ms. Moe Moe Hlaing が 2019 年 10 月より九州大学大学院博士 後期課程(社会人枠)に在学中であるので、2020 年度については遠隔通信により実験指導と論文執筆を 行なった。(九州大学の留学生枠)
- 2. ミャンマー側のプロジェクトメンバーである Ms. Nang Moe Kham が 2020 年 4 月に九州大学大学院博士後期課程に入学したが、コロナ禍で半年以上来日が遅れた。4 月より受け入れ先指導教員によるオンライン授業にて教育を開始し、11 月 17 日より対面による実験指導に移行した。コロナ禍における履修期間の不足(来日の遅れによる対面教育の損失期間)については九州大学において新設された「長期履修制度」を適用し、博士課程における所定の履修期間(3年間)を確保できる見通しが立った。(JICA 予算長期研修員枠)
- 3. ミャンマー側のプロジェクトメンバーである Mr. Saw Bo Day Shar が 2020 年 4 月に鹿児島連合大学院博士 後期課程(佐賀大学)に入学したが、コロナ禍で半年以上来日が遅れた。4 月より受け入れ先指導教員によるオンライン授業にて教育を開始し、11 月 17 日より対面による実験指導に移行した。コロナ禍における 履修期間の不足(来日の遅れによる対面教育の損失期間)については、博士課程における所定の履修期間(3年間)を確保すべく検討中である。(JICA 予算長期研修員枠)
- 4. ミャンマー側のプロジェクトメンバーである Mr. Thein Lin は、2020 年 10 月に九州大学大学院修士課程へ入学した。コロナ禍で1ヶ月来日が遅れたが、11 月 17 日より対面による実験指導に移行した。(JICA 予算長期研修員枠)

【令和2年度実施報告書】【210531】

5. ミャンマー側のプロジェクトメンバーである Ms. Moe Sander は、2021 年 4 月に名古屋大学大学院修士課程へ入学した。コロナ禍による対面による実験指導ができないので、入学後直ちに休学措置をとった。来日に関する日程は未定である。(JICA 予算長期研修員枠)

日本への招聘と日本研修

2020年はコロナ禍のために活動を停止した。

(2) 研究題目1:「DNA マーカー利用による稲ゲノム育種の展開」

九州大学グループ(リーダー: 吉村)、名古屋大学グループ(リーダー: 芦苅) DAR グループ(リーダー: Naing Kyi Win)

① 研究題目1の当初の計画(全体計画)に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

研究題目[1]の各小項目について、2020 年度の進捗状況(**当該年度の成果の達成状況とインパクト**)を中心 に以下に述べる。また、**カウンターパートへの技術移転の状況/想定されていなかった新たな展開**についても適 官記述する。

[1]-1: 戻し交配と大容量ジェノタイピング法の適用

【達成状況の指標:研究題目[2]-1、2における世代の進行度、各世代の育成系統数】

本項目では、ゲノム育種のプラットフォーム(戻し交配法と世代促進法、DNA マーカー選抜等)を DAR で確立すること目指した。本項目は 2019 年度にほぼ終了した。今後は、技術やノウハウの波及を行う必要があり、これは[3]-2 で行う。

2020 年度は、2019 年度に開始した本田の一部にコンクリート畦の設置が 2020 年度に終了した。

[1]-2: 有用遺伝子の探索・同定・解析 【達成状況の指標:論文、報告書等の数】

本項目では、品種開発の基盤となる知見ならびに新たな資源の開発のため基盤・基礎研究(遺伝解析、遺伝子特性,機能解析等)を展開する。以下に、研究内容ごとの成果を述べる。

<耐水性研究>(名古屋大学)

これまでに、浮きイネの冠水依存的な節間伸長を制御する2つのQTLを同定し、それぞれACE1とDEC1と命名した。2020年度は、ACE1とDEC1の機能解析を進めた。浮きイネ(C9285)と一般的なイネ(台中65号)でACE1の遺伝子の配列を比較すると、一般的なイネではACE1コーディング領域に1塩基の欠失が起こっていた。次に浮きイネ型のACE1を一般的なイネに導入するとジベレリン(GA)依存的に節間伸長したことから、浮きイネが正常型のACE1を保持し、一般的なイネはACE1の機能を喪失していることが明らかになった。浮きイネでは冠水依存的にACE1が発現することで節間伸長が誘導されることが判明した。一般的なイネではACE1遺伝子に突然変異が入っており、正常なACE1タンパク質が作られないために若い時期にいくらジベレリンを加えても節間伸長をしないが、一般的なイネにおいても成熟期になるとACE1遺伝子によく似た遺

伝子である ACE1-likel 遺伝子の発現量が増加することで、植物内で合成されたジベレリンに対する応答性が上昇し、それに伴って介在分裂組織における細胞分裂が活性化されることにより節間伸長することが明らかとなった。また、浮きイネ型の ACE1遺伝子をミナトカモジグサ、オオムギおよびサトウキビに過剰発現させると節間伸長したことから、ACE1 遺伝子は少なくともイネ科植物で機能を有することが明らかになった。続いて、DEC1 の機能解析を進めた。ゲノム編集で浮きイネの DEC1 遺伝子を破壊すると節間伸長すること、逆に DEC1 を過剰発現させると矮化することから、DEC1 は節間伸長を抑制する機能を保持していることが明らかになった。浮イネでは深水処理やジベレリン量の増加によって DEC1 遺伝子の発現が減少することで、節間における細胞分裂が促進され伸長することが判明した。また、DEC1 をオオムギで過剰発現させると矮化することから、イネ DEC1 遺伝子はイネ科植物で機能を保持している可能性が示唆された。以上の結果から、イネ科植物の節間伸長は、促進因子である ACE1 と抑制因子である DEC1 の相反する因子のバランスによって制御されていることが明らかになった。さらに、野生イネと栽培イネにおける ACE1 と DEC1 の分布を調査したところ、野生イネには野生型と変異型の ACE1 と DEC1 が存在し、栽培化される時に、洪水多発地帯ではより伸びるタイプの遺伝子型が選抜されたことが明らかにとなった。

<栽培化関連形質 芒形質>(名古屋大学)

2019 年度までに、イネ野生種 O.glumaepatula の第 5 染色体に座乗する芒形成遺伝子のマッピングを行い 責任遺伝子の座乗領域を 66kb に特定していた。そこで、2020 年度は、O. glumaepatula のこの領域の塩基配列の決定を行い4つの遺伝子を見いだした。さらに、4つの遺伝子について O. glumaepatula と栽培イネの塩基配列比較を行った結果、1つの候補遺伝子をみいだした。また O. glabberrima の第6染色体に座乗する芒形成遺伝子(RAE3)の候補遺伝子を見いだした。アジアの栽培イネとアフリカの栽培イネ(O. glabberrima)の RAE3遺伝子配列を比較すると、アフリカ栽培イネの候補遺伝子のコーディング領域に塩基の欠損がみられた。そこで、アジアの栽培イネが保持する RAE3 アリルを、アフリカの RAE3 アリルを持った無芒系統に遺伝子導入すると、芒が形成されたことから、芒遺伝子 RAE の同定に成功した。

<耐塩性研究>(九州大学)

2019 年度にバングラデシュ産在来イネコレクション 135 系統を材料として、葉身の萎凋度、葉鞘におけるミネラル含量、溢液について、23.0 dS/m EC に希釈した海水を用いた定量的な耐塩性評価を行った。 その成果を 2020 年の九州大学農学芸誌 75(2)、21-36 に公表した(荒谷ら、2020)。すなわち、各指標についてコレクション内で品種間差が認められ、これらのうち葉身の萎凋度については、大半の品種で葉身全体における萎凋部位の割合が漸進的に増大したのに対し、一部の極感受性品種では塩ストレス処理開始後、短期間で急激に萎凋が進んだ。本手法により明らかにされた塩ストレス耐性品種では葉鞘における Na、Mg、Ca 蓄積の抑制がみられ、塩ストレス感受性品種では溢液の量が多い傾向にあった。

2020 年度には耐塩性に関する定量的評価のうち、葉身の萎凋度に関して 445 系統のバングラデシュ産在来 イネコレクションの評価を行った。その結果、改めて 445 系統のコレクション内に品種間差が示され、そのうち 63 系統については耐塩性の遺伝解析の候補系統と位置付けた。

本項目の達成状況を把握する指標を「論文、報告書等の数」とした。約3年半を経過して、日本側からこれまで19報の論文(原著論文)を公表した。これまでの蓄積があったとは言え、本項目の基盤・基礎研究の成果

達成度は充分なものであったと考える。なかでも、2020年6月にNature 誌に受理された耐水性に関する論文は、特筆すべき成果と言える。

[1]-3: ミャンマー遺伝資源の評価と利用【論文、報告書等の数】

ミャンマーは野生イネおよび在来の栽培品種の宝庫であり、多様な変異が自国に存在する。過去に JICA の技術協力プロジェクト「ミャンマーシードバンク計画(1997-2002 年)」で多くの在来イネ品種(アクセッション)が集められている。本項目では Seed Bank に保存されているイネ遺伝資源から抽出されたコアコレクション(CC)を用いて各種形質の評価を行い、育種に利用可能な有用形質の探索および遺伝解析を行う。さらに、CC の全ゲノム解読および de novo アッセンブルによる新規参照配列の構築を行い、GWAS を進め、CC の各種形質に関する遺伝解析の基盤構築を行う。

2020 年度は、全ゲノム塩基配列の解読においては、日本晴を参照配列としてインディカ分集団に属する CC 系統の全ゲノムの解読を行なってきた(名古屋大学、九州大学)。2020 年4月にはインディカ分集団 236 系統について日本晴ゲノムを参照配列としたゲノム解読が終了し、1400 万箇所程度の SNPs および 230 万箇所程度の挿入/欠失サイトが検出され、GWAS の解析基盤が整った。現在、220 系統を対象に、DAR で行った形質調査結果と照合して、GWAS の予備的解析を行っている。対象形質は、稃先着色、葉身紫着色、節紫着色、節間紫着色、護穎紫着色等の着色系アントシアニン着色系形質や稈長、穂長、出穂期等の農業形質である。一例として、SNPを利用した GWAS による稃先着色の予備的解析結果を述べる。従来の知見では、稃先着色は C(Chromogen for anthocyanin)と A(Anthocyanin activator)の2遺伝子の補足関係で説明され、C は染色体6に、A は染色体1に座乗する。GWAS の予備的解析では、染色体6の OSC1 (OSO6g0205100)近傍に明確な陽性領域が推定され、OSCI 内には 10 塩基の欠失(5316058 bp, TACTGGAACAG:T)やスプライシングサイト変異(5315662bp G:T)が存在していた。このことから、用いたインディカ分集団による GWAS 解析が妥当であることがうかがい知ることができた。

さらに、インディカ分集団に属し、研究項目[2]の戻し交配の反復親である IMY を参照配列とするため de novo 全ゲノム配列解読 と de novo アッセンブルを進め、全ゲノムの約 98%を解読し、これを参照配列としたインディカ分集団 SNPs の検出も終了した。現在、IMY の参照配列を利用してすでに取得した対象形質の GWAS 解析を進めている。

ミャンマーの 2020 年モンスーン作における本項目に関わる実験材料の育成状況を Table 1に示す。GWAS において推定された陽性領域については、実証手段が不可欠となるので、連鎖解析および QTL 解析を実証 手段として用いた。そのために、CC 系統に標準系統として用いている KD18 と Manawthukha (MNTK)を交配した F2 集団の準備 (Table 1の CCF1, CCF2)を行った。

Table 1. List of experimental materials in 2020 monsoon season (20MS).

Line name	Description	No. of Lines	No. of rows/line*	Purpose
CC 1~460	Core collection	432	2	For various phenotype evaluation
CC F ₁ 1~155	F ₁ derived from CC lines and KD18/MNTK	152	1	For generation advancement and various phenotype evaluation
CCF ₂ 1~22	F ₂ derived from selected CC lines and KD18	22	16	For heading date experiment
Selected BC ₂ F ₃		7	16	For Heading date experiment

Seeds of the matrials were sown on July 7 and trasplanted on July 30.

Light orange highlighted means the materals sown on July 7 and trasplanted on July 30 in the 1st planting.

Orange highlighted means the materals sown on August 25 and trasplanted on September 18 in the 3rd planting.

(3) 研究題目2:「ミャンマーの自然・社会環境条件に適応した有望系統の開発」

九州大学グループ(リーダー: 吉村)、DAR グループ(リーダー: Naing Kyi Win)、 名古屋大学グループ(リーダー: 芦苅)

本研究題目では、Rainfed lowland に適応した受容親(反復親) PSH および IMY を、Upland に適応した反復親として MSMKK を選定し、高収量性遺伝子、病害虫抵抗性遺伝子等をドナー系統から導入する。育種目標として最も優先順位の高い早生化に関する出穂関連遺伝子は、表現型で選抜を行う。研究題目[2]-1 と[2]-2 においては、2019 年モンスーン期(Monsoon Rice Season)の収穫時(12月)までに、可能な限り多くの交配組合せと交配組合せ当たりの個体数を確保し、BC2F2 種子を得ることを目標として戻し交雑育種を進めることとした。これまで、本研究題目の有望系統の開発は、小項目[2]-1 と[2]-2 を分けることなく育種事業を展開してきたので、以下に記す進捗は、[2]-1 と[2]-2 を同時に記述する。

[2]-1: Rainfed lowland に適応した有望系統の開発 【世代の進行度、各世代の育成系統数】

[2]-2: Upland に適応した有望系統の開発 【世代の進行度、各世代の育成系統数】2018 年乾期作から、 戻し交配の反復親となる PSH、IMY、MSMKK と九州大学および名古屋大学から持ち込んだ有望遺伝子供与親 の交配を開始し、2019 年度まで滞りなく育種活動を進めた(Fig. 1 参照)。用いた反復親系統は 15 アクセッショ ン(PSH; 11, IMY;2, MSMKK;2)、有用遺伝子保持系統は 23 系統、有用遺伝子は 10 遺伝子(GNI、WFP、XA5 (xa5)、XA13 (xa13), XA21、BPH25、BPH26、OVC、PI21 (pi21)、Sub1A)である。

2019 年モンスーン作(2019 年 7 月から 2019 年 12 月)まで、戻し交雑および個体選抜を滞りなく進め (Fig. 1 参照)、以下の Priority 1 の材料を中心に 2020 乾期作に BC2F3 系統を育成した。

IMY と GN1の交配組合せ (BC2F2_11: IMY/RECP14(GN1)//IMY)から 40 個体,

PSHと GN1の交配組合せ(BC2F2_1: PSH/RECP1(GN1)//PSH)から40個体、

IMYとWFPの交配組合せ(BC2F2_12: IMY/RECP14(WFP)//IMY)から50個体、

PSHとWFPの交配組合せ(BC2F2_2: PSH/RECP1(WFP)//PSH)から50個体、

^{* 12} pants per row

PSH および IMY の集団で早生個体および半矮性個体の分離が観察されたので、早生個体および半矮性個体を選抜した。なお、MSMKK 関連の BC2F2 集団については、労力軽減の観点から、今後は優先順位を下げて Priority 2 として扱う。

Priority 2の材料には、GN1とWFPを除く有用遺伝子 XA5 (xa5)、XA13 (xa13), XA21、BPH25、BPH26、OVC、PI21 (pi21)、Sub1A 等の交配が含まれる。交配組合せにより、戻し交雑世代が異なるものの、確実に有望系統群の作出を進めた。

2020 年乾期作(2020 年 1 月から 6 月)には、Priority 1 の材料は、BC2F3 世代を養成して、均一性、開花特性、収量関連形質等の調査と選抜を行った。IMY および PSH は感光性が高いため未出穂に終わる個体も多く出現した。BC2F3 世代の調査結果をもとに、モンスーン作では再度 BC2F3 世代を育成することとした。一方、BC2F4 種子を得るために、5 月中旬に本田栽培を打ち切り、1089 個体の短日処理を行った。1089 個体のうち、439 個体については当該遺伝子の遺伝子型を DNA マーカーにより決定した。Priority 2 の材料についても、特性調査等を行い、可能な限り世代を進めた。

2020 年モンスーン作(2020 年 7 月から 12 月)における Priority 1 の育種材料を Table 2 に示した。播種は、7 月 7 日、7 月 21 日、8 月 25 日の3回に分けて行った。7 月 7 日播種分は、2019 年モンスーン作において、PSW と IMY を受容親とする BC2F2 集団において(Table 2)の Line name PE, PD, IE, ID)、早生と半矮性の個体に由来する BC2F3 を育成し、早生個体と半矮性の体を捕捉した。BC2F3 は、PSW と IMY に GN1 と WFPを導入するもので、均一性、開花特性、収量関連形質等の調査を行い、選抜を行った。その結果を Table 3 に示した。選抜対象を早生(Table 3 では遺伝子がわからないので Ehd と示した)、半矮性遺伝子(sd1)、籾数増加遺伝子(GN1 と WFP)とし、合計11種類を選抜した。また、[2]-3 で次期作から行う収量比較予備試験や食味予備検査に備えた採種を行った。

Table 2. List of priority 1 breeding matrials in 2020 monsoon season (20MS).

	Description	No. of Lines	No. of rows/line*	Purpose
PE1~50	BC ₂ F ₃ lines showing earliness with PSH background	50	4	For developing early maturity lines
PD1~16	BC ₂ F ₃ lines showing semi-dwarf with PSH background	16	2	For developing semi-dwarf lines
IE1~61	BC ₂ F ₃ lines showing earliness with IMY background	60	4	For developing early maturity lines
ID1~15	BC ₂ F ₃ lines showing semi-dwarf with IMY background	15	2	For developing semi-dwarf lines
BC ₂ F ₃ 1-1~1-21	Lines carrying Gn1 with PSH background	21	8	
BC ₂ F ₃ 2-1~2-23	Lines carrying WFP1 with PSH background	23	8	For generation advancement and
BC ₂ F ₃ 11-1~11-23	Lines carrying Gn1 with IMY background	23	8	selection again
BC ₂ F ₃ 12-1~12-19	Lines carrying WFP1 with IMY background	19	8	
BC ₂ F ₄ 1-1 ~ 1-5	Lines carrying Gn1 with PSH background	5	6	
BC ₂ F ₄ 2-1 ~ 2-24	Lines carrying WFP1 with PSH background	24	6	For generation advancement and selection again
BC ₂ F ₄ 11-1~11-17	Lines carrying Gn1 with IMY background	17	6	
BC ₃ F ₁ 1 & 2	$\mathrm{BC_3F_1}$ lines carrying $\mathit{Gn1}$ and $\mathit{WFP1}$ with PSH background	27	1 or 2	For generation advancement
BC ₂ F ₁ 1 & 2	BC ₂ F ₁ lines carrying <i>Gn1</i> and <i>WFP1</i> with PSH background	22	1	For backcrossing
BC ₂ F ₄ 1-6 ~ 1-49	Lines carrying <i>Gn1</i> with PS background	44	6	
BC ₂ F ₄ 2-25 ~ 2-54	Lines carrying WFP1 with PS background	30	6	For generation advancement and
BC ₂ F ₄ 11-18~11-42	Lines carrying Gn1 with IMY background	25	6	selection again
BC ₂ F ₄ 12-1~12-60	Lines carrying WFP1 with IMY background	60	6	

Light blue highlighted means the materials sown on July 7 and trasplanted on July 30 in the 1st planting.

Blue highlighted means the materials sown on July 21 and trasplanted on August 18 in the 2nd planting.

Dark blue highlighted means the materials sown on August 25 and trasplanted on September 18 in the 3rd planting.

Table 3. Summary of selection of priority 1 materials in 2020MS.

^{* 12} plants per row

	Background				
Target genes / traits	PSH	IMY			
Ehd	BC2F3 (4/34)	BC2F4 (6/27)			
Gn1	BC2F4 (16/92)	BC2F4 (10/49)			
WFP	BC2F4 (11/29)	BC2F4 (20/65)			
sd1	BC2F4 (14/25)	BC2F4 (3/5)			
Ehd + <i>Gn1</i>	BC2F4 (<mark>3/19</mark>)	BC2F4 (<mark>7/132</mark>), BC2F3 (9+4/14+19)			
Ehd + WFP	BC2F4 (20/114+31), BC2F3 (14+10/55+31)	BC2F4 (<mark>5/16</mark>), BC2F3 (3 +1/4+4)			
Ehd + <i>sd1</i>	BC2F3 (1/4)	BC2F3 (2/5)			
Gn1 + sd1	BC2F4 (2/2), BC2F3 (3/8)	BC2F4 (1/1), BC2F3 (4/10)			
WFP + sd1	BC2F4 (10/14)	BC2F3 (5/13)			
Ehd + <i>Gn1</i> + <i>sd1</i>		BC2F3 (1/2)			
Ehd + <i>WFP</i> + <i>sd1</i>	BC2F4 (3/11)	BC2F4 (1/2), BC2F3 (1/3)			

The generations written in red color have been already genotyped.

xx/yy in parenthesis means that xx is the number of families selected and

yy is the number of plants selected.

Table 4. Summary of priority 2 materials for other genes in 2020MS.

Gene	RECP1	RECP14	RECP15	RECP16
BPH25	BC1F1	BC2F2	BC2F3	-
ВРН26	F1	F1	BC1F1	BC2F4
OVC	BC2F1	BC2F1	BC2F4	F1
pi21	BC2F1	BC2F2	BC2F3	BC2F4
xa5, Xa7	F1	F1	BC1F1	-
Xa4, xa5, xa13, Xa21	BC2F1	F1	F1	BC2F1
SUB1A	-	BC1F1	F1	-
Gn1	BC3F2	-	BC2F3	BC2F3
WFP	BC3F2	-	BC2F3	BC2F3
PYL (Gn1+ WFP)	F1	F1	-	-

RECP1: PSH, RECP14: IMY, RECP15&16: MSMKK

The generations written in red color have been already genotyped.

Priority 2の育種材料については、MSMKKを用いた戻し交雑集団とPSWとIMYに抵抗性遺伝子等を導入する集団があるが、2020年モンスーン作においては、各戻し交雑世代を育成して、当該遺伝子の選抜や戻し交雑を続けている(Table 4)。

2021 年乾期作においては、Table 5 に示した系統を作付けした(2021 年 2 月 5 日播種、3 月 1 日移植)。その後、クーデターによる政情混乱等で規模縮小がさらに強いられたので、品種登録に近い PYT1、PYT2、PB、IB に焦点を当て、育種を継続している。2021 年 6 月に作付けを終了する予定である。

Table 5. Brief list of materials for 2021 dry season

Line name	Description	No. of Acc.	No. of rows/line	Purpose	Remarks
PYT1	Lines for PYT with PSH BG	42	12 (6x2)		
PYT2	Lines for PYT with IMY BG	32	12 (6x2)	For uniformity and yield tests	
RECPs	Check variety for PYT	4	12 (6x 2)		RECP1, 14, 18, 21
РВ	Breeding lines with PSH BG	27	6	For generation advancement	
IB	Breeding lines with IMY BG	13	6	and selection again	
BC ₂ F ₅ 1	Lines carrying Gn1 with PSH BG	21	6		
BC ₂ F ₅ 2	Lines carrying WFP with PSH BG	19	6	For generation advancement	Need short-day treatment after genotyping
BC ₂ F ₅ 11	Lines carrying Gn1 with IMY BG	26	6	and selection	
BC ₂ F ₅ 12	Lines carrying WFP with PSH BG	13	6		
BC ₃ F ₂ 1	Lines carrying Gn1 with PSH BG	2	8	For generation advancement	
BC ₃ F ₂ 2	Lines carrying WFP with PSH BG	14	8	and selection	
BC ₃ F ₁ 1& 2	Lines carrying Gn1 and WFP with PSH BG	10	1		
PYLF ₁	Pyramiding lines for Gn1 & WFP	8	1	For generation advancement	
MTF ₁	Mutant F ₁	7	1		
RECP19	Parent of mutant F ₁		3	Check variety for MTF ₁	
BC ₁ F ₁ & F ₁	Lines carrying various genes with PSH and IMY BG	10	1	For crossing	
RECP1 & RECP14				To compare breeding lines with its recurrent parent	

PYT: Preliminary Yield Trial, BG: Background

[2]-3:有望系統の評価【供試系統数】

本項目では、[2]-1、[2]-2 で作出される有望系統候補について、固定度検定、収量試験、各種特性検定等を実施する。これらの試験は主として DAR 本場で実施する。

[2]-1、[2]-2 の有望系統候補を評価する予定であるので 2020 年度は実施していない。

(4) 研究題目3:「品種化に向けた有望系統群の現地適応性試験の新展開」

DAR グループ (リーダー: Naing Kyi Win)、九州大学グループ (リーダー: 吉村)、名古屋大学グループ (リーダー: 吉村)

本研究題目では、研究題目[2]で開発した有望系統群をミャンマーの様々な地点で現地適応性試験を行うとともに、SATREPS 事業「ベトナム中山間地域に適応した作物品種開発(2011-2015 年)」や WISH プロジェクトで作出した既存の有望系統をミャンマーに持ち込み、現地適応性試験を実施する。以下に、小項目[3]-1、2 について記述する。

[3]-1:ミャンマー各地における作出有望系統の評価【供試系統数】

PSH 関連の有望系統はミャウミャ地方農場で、IMY 関連有望系統はテゴン地方農場で、MSMKK 関連系統はアウンバン地方農場で、現地適応性試験を実施するが、2020 年度は、[2]-1、[2]-2 の有望系統候補を評価する予定であるので、実施していなかった。

[3]-2:ミャンマー各地における現有有望系統の評価【供試系統数、報告書等の数】

既存の有望系統を対象に、ミャンマー国内で現地適応性試験を実施する。また、本項目の枠組みで、本プロジェクトで使用する既存の系統や新たに作成する品種・系統のゲノム情報やマーカー情報、さらには本プロジェクトに関わる研修・ワークショップを行なう。

2020年度は、コロナ禍のため労力軽減が必要であったので、実施しなかった。

Ⅱ. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し(公開)

現段階において本プロジェクトは計画通りに進行しているので、今後のプロジェクトの進め方の基本方針に変更はなく、軌道修正が必要な点もない。ただし、コロナ禍でのプロジェクト進行の遅延に関しては、現在のところ大きな影響は現れていないが、危惧する点も現れている。さらには、2021年2月に起こったクーデターにより大きな変更を求められる点が現れている。

コロナ禍で一番影響を受けたのは、長期研修員の派遣である。2020年4月博士課程入学の学生が入国できない事態となった。JICAや大学関係各位の努力で、半年以上遅れて入国したが、博士課程研究の遅れをすぐに取り戻すことは困難であろう。

また、コロナ禍でプロジェクト関係者の日本とミャンマー間の出入国ができない状態となり、簡単な研究関連資材の移動ができなくなったため、その悪影響が散見されるようになってきた。

各研究項目に関して、2021年1月までは、ほぼ毎週 Zoom 会議や Zoom 技術会議を開催して、ミャンマーでのプロジェクトの進捗を把握しつつ進めた。若干規模縮小した部分もあるが、今のところ遅延等のコロナ禍での大きな悪影響は見られていない。しかしながら、2021年2月に起こったクーデターにより、通信手段が途切れることも多く、相手国側幹部との接触も控えてきたので、Zoom 技術会議だけを行い、技術的相談を受けながらプロジェクトを進めている。

Ⅲ. 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(公開)

(1)プロジェクト全体

本報告書の「2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト」で述べたように、本プロジェクトは、研究題目[1]~[3]に、それぞれ 2、3 の小項目を掲げて実施している。相手国機関は DAR で、日本側からは九州大学と名古屋大学が参画している。研究題目[1]~[3]は、JICA 技術協力プロジェクトの Project Design Matrix (PDM)に相

【令和2年度実施報告書】【210531】

応し、活動内容も Plan of Operation(PO)の Output 及び Activity に従っている。また、プロジェクト成果目標の達成状況の指標についても整合性をとっているので、「2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト」記載内容を参照いただきたい。ここでは、以下の注意事項について概要する。なお、以下の記述部分は中間報告書に記載したものに加筆した。

■ プロジェクト全体の現状と課題、相手国側研究機関の状況と問題点、プロジェクト関連分野の現状と課題

- 1. プロジェクト全体の現状は中間報告および中間評価会等で述べた通りであり、計画通りにプロジェクトは進行し、これまでプロジェクト進行上の大きな問題点はなかった。国際共同研究の成否の鍵となる有望系統群の作出とそれらの品種化への道筋(研究項目[2]と[3])に関しても、2020年のモンスーン期の試験研究結果(Table 3)に示したように、少なくとも育種素材としての道筋は見えてきた。2020年度は、不幸にもコロナ禍の中で2020年モンスーン期を迎え、年度末にはクーデターが起こった。育種目標の優先度と活動効率をより明確にしてプロジェクトを進めたが、事態は混沌さを増しているので、先行きが展望できない状況にある。
- 2. 相手国側研究機関の現状と問題点に関しては、直接の相手国側研究機関ではなくミャンマー国自体の社会構造上の体制や慣習に起因する問題が多いのが現実である。この点については、一朝一夕に解決できる問題ではなく、ましてや本プロジェクトや本プロジェクトが直接関与する相手国側研究機関DARで解決できる問題ではないとの認識である。しかしながら、本プロジェクトの社会実装の出口と考えている「品種登録への道筋の具現化」を図るには、DARだけではなく、農業畜産灌漑省傘下の各関係局(DOA、イエジン農業大学、DOP等)や地方事務所、種苗会社、JICA農業関連プロジェクト等との密接な協力が必要と考えている。これまで、本プロジェクトは九州大学、名古屋大学、DARの3者の限られた人数と閉じた枠組みで取り組んできた。閉じた枠組みで運営してきた大きな利用としては、作出過程にある種子および情報の流出を恐れてのことであるが、プロジェクト後半には、少し開放した系のもとでプロジェクト運営を行う必要があると認識している。
- 3. プロジェクト関連分野の現状と課題については、本プロジェクトのイネ科学の学術上の現状やミャンマー 国にけるイネ育種の現状と課題は、課題提案時から大きな変更はないものと考えられる。その内容は、 本報告「2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト」に記載した。

■ 各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に 行った工夫

1. 本プロジェクトで開発する有望系統(Priority 1 の育種材料)のなかで、最初に品種登録の候補となる有望系統は、地方銘柄米である PSH と IYB に早生および高収量性を付加した系統になると考えている。これらの有望系統は深水等の不良環境に適応して、独特の食味を備えた原品種の特徴を維持し、早生および高収量性を備えた系統となる。これらの系統は、現場や行政のニーズの高い系統であるので、本プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクトは高く、政府高官の DAR 訪問の際にも見学場所に指定されることが多く、その期待感は伝わってくる。これまで、作出系統自体の妥当性・有効性・効率性・インパクトに依存する部分が大であることから、妥当性・有効性・効率性・インパクトを高める特段の工夫は行っていないが、プロジェクト後半には宣伝活動等が必要であると認識している。

- 2. 有望系統の開発以外に、本プロジェクトの大きな目標の一つとしてイネ育種システムの構築がある。研究項目[1]や[2]で述べたように、短日処理による世代促進、戻し交配育種、DAN マーカー選抜、育種材料の展開と選抜、育種材料の種子の維持・管理、育種材料の文書化等のチーム内での技術移転は順調に推移し、イネ育種システムに対する国内の期待も大きいことから、本プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクトは、これまで行った育種活動によって高められたものと考えている。ただし、現在は Khin Thanda Win 氏(九大の JST 経費雇用者)が中心に行っている育種活動の全体把握や育種戦略や育種計画に資する人材に関しては、以下に述べる観点から不安感は否めない。
 - ・上記イネ育種技術や経験を有する技術者がミャンマー国には非常に少ない。
 - ・現段階では、本プロジェクトのチームメンバーも若くて未熟である。

このように、本プロジェクト終了後の持続性については、資金面だけではなく、人材面での不安材料も 多い。

■ プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国(研究機関・研究者)が取り組む必要のある事項

1. 前述のように、本プロジェクト終了後の持続性について、人材面での不安感を指摘した。プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国(研究機関・研究者)が取り組む必要のある事項としては、DARの中にイネ育種を推進する組織的な手当が必要であると思われる。現在、イネ育種の役割を担う小組織としてDAR内にRice Sectionが設置されているが、国外のドナーから供与されるイネ育種材料の適応性試験に終始している感がある。自らが自らの資源を利用して育種に取り組む組織が必要であると思われる。モデルとして、以下のような体制が考えられるかと思う。

モデル A:以前の日本のイネ育種組織の部屋(研究室)制度のような体制を導入する。すなわち、50 歳、40 歳、30 歳くらいの3名の研究者で1研究室が構成され、新たな遺伝子型創出に注力して育種事業を展開する。少なくとも、この研究室には10年以上在籍し、育種材料の展開と選抜、育種材料の種子の維持・管理、育種材料の文書化等について代々責任を持って行い、必要な経験を修得するとともに、研究室所属の技術員の教育も担当する。また、この研究室以外に、現地適応性試験や栽培技術の改良を行う栽培研究室、育種に資する方法論の適用や基礎的かつ基盤的な研究を展開できる育種法研究室も必須と思われる。

モデル B: 1980 年代までの IRRI の育種体制のように、1 人の優秀な研究室長のもとに、4,5 人の担当研究員が育種事業を分担し(年齢構成はマチマチの方が良い)、各研究員の下に数名の技術員を置く。

2020 年度は、2021 年 1 月に DAR が改組され、危惧していたプロジェクト終了後のイネ育種体制が整備されると喜んだものの、2 月 1 日に起こったミャンマー国軍のクーデターとそれに対する市民の不服従運動(Civil Disobedience Movement: CDM)により政情は極めて不安定となったことから、RGBM の活動やメンバー構成等も大きな影響を受けている。

2. 今後、ミャンマーの米が国際市場での競争力をつけるためには生産量の増加と量から質への転換が不可欠であり、国内の優良種子への需要は今後もさらに増加するものと思われる。そのため、現在ある人材と施設を活用し、民間業者への BS 種子(育種家種子)の販売と育種研修や採種法研修を実施し、優良種子の配布体制を築くことから農家の裨益に直結するシードフロー体制が求められると思われる。この体制を構築することから DAR の人材や資金等のキャパシティーが確保されると思われる。

- 3. プロジェクトによる機材供与や人材育成により、ミャンマー国内での DNA マーカーを利用した遺伝子型選抜のプラットフォームを構築することができた。この技術と人材と設備を活用し、外部からの分析等を請け負う体制を整備するとともに、同技術を活用した分析研修コースを民間や他の研究機関を対象に実施することから、技術レベルの維持と資金確保が模索できると思われる。
- 4. 多種多様な稲作を営むミャンマーを「ASEAN のイネ育種の場」と位置づけ、ASEAN 内の研究機関との共同研究案件を立上げ継続的な人材育成に取り組む。例えば地域的に酷似しているタイにおける稲関連研究機関を対象に研究プロジェクトを立上げ、学術面と技術面でのレベルアップを計画し資金調達面での多様化も模索する。
- 5. ベトナムなどの他の ASEAN 諸国との共同研究プランを策定し、研究者としての目的と役割を担うことから 人的育成を継続する仕組みを作る。
- 諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、 結果
 - 1. 先述したようにプロジェクト全体については所定の計画通りに進行しているが、長期研修員の日本での研修(博士後期課程と修士課程)については甚大な影響があった。長期研修員の入国が遅延したため具体的な研究を開始することができず、2021年4月から3年間の就学期間中に博士の学位を取得することができるか危惧された。九州大学では「長期研修制度」が設けられ、本制度を活用して来日後3年間の研究活動(長期研修)を保証することになった。一方、鹿児島連合大学院博士後期課程(佐賀大学)では、九州大学の制度を参考に長期研修期間の確保を目指している。
 - 2. 共同研究ならびに長期研修期間に利用するミャンマーイネのコアコレクションの輸入手続き・増殖が大幅に遅れた。コロナ禍での輸入であったので、郵送や携行等を模索した結果、長期研修員が 2020 年 10 月 30 日に来日する機会を利用して、玄米種子を携行・輸入してもらうこととした。両国で輸入に必要な手続きを終え、長期研修員が 10 月 30 日に玄米種子を携行し、成田空港植物防疫カウンターに提出した。

Ⅳ. 社会実装(研究成果の社会還元)(公開)

(1) 成果展開事例

特にない

(2) 社会実装に向けた取り組み

特にない

Ⅴ. 日本のプレゼンスの向上(公開)

特にない

VI. 成果発表等【研究開始~現在の全期間】(公開)

別紙VI.成果発表等参照

Ⅷ. 投入実績【研究開始~現在の全期間】(非公開)

Ⅷ. その他(非公開)

以上

VI. 成果発表等 (1)論文発表等[研究開始~現在の全期間](公開) の原業終立(知王国側研究チームとの共著)

年度	金文(相手国側研究チームとの共著) 著者名、論文名、掲載誌名、出版年、巻数、号数、はじめーおわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
		100 寸 米4		<i>II</i> +	

0 0 0 0 件 0 件

②原著:	全文(上記①以外)	さじない調义	U		
年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめーおわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すっき論文の場合、ここに明記ください。)
2017	Thu, T. T. P., Yasui, H., and Yamakawa, T., Effects of salt stress on plant growth characteristics and mineral content in diverse rice genotypes. Soil Science and Plant Nutrition, (2017), 63(3), 264-273.	10.1080/0038 0768.2017.132 3672	国際誌	発表済	世界のイネ品種の耐塩性の評価を行い、塩ストレス下に おける植物体の部位別の陽イオン蓄積量を明らかにし た。
2017	Bessho-Uehara K., Furuta T., Masuda K., Yamada S., Angeles-Shim R., Ashikari M., Takashi T. Construction of rice chromosome segment substitution lines harboring <i>Oryza barthii</i> genome and evaluation of yield-related traits. Breeding Sci., (2017), 67(4): 408-415.	10.1270/jsbb s.17022	国際誌	発表済	アフリカのイネ野生種における染色体置換系統群の作出 と有用農業形質遺伝子座の探索を行った。
2017	Kuroha T., Nagai K., Kurokawa Y., Nagamura Y., Kusano M., Yasui H., Ashikari M., Fukushima A. eQTLs regulating transcript variations associated with rapid internode elongation in deepwater rice., Front. Plant Sci., (2017), 8: 1753.	10.3389/fpls. 2017.01753	国際誌	発表済	イネ耐水性に寄与する遺伝子領域の推定を行った。
2018	Thu, T. T. P., Yasui, H., & Yamakawa, T. Allocation of macronutrients in roots, sheaths, and leaves determines salt tolerance in rice. Amer. J. of Plant Sci., (2018), 9: 1051-1069	10.4236/ajps .2018.95081	国際誌	発表済	イネ栽培品種群の塩ストレス下における主要陽イオンの 部位別の蓄積量と耐塩性反応の関連を明らかにした。
2018	Kurokawa Y., Nagai N., Hung P.D., Shimazaki K., Qu H., Mori Y., Toda Y., Kuroha K., Hayashi N., Aiga S., Itoh J., Yoshimura A., Sasaki-Sekimoto Y., Ohta H., Shimojima M., Malik A. I., Pedersen O., Colmer T. D. Ashikari M., Rice leaf hydrophobicity and gas films are conferred by a wax synthesis gene (LGF1) and contribute to flood tolerance. New Phytologist. (2018), 218: 1558-1569.	10.1111/nph. 15070	国際誌	発表済	イネの耐水・耐乾燥性に関わる遺伝子を同定するととも に、そのメカニズムを明らかにした。
2018	Minami A., Yano K., Gamuyao R., Nagai K., Kuroha T., Ayano M., Nakamori M., Koike M., Kondo Y., Niimi Y., Kuwata K., Suzuki T., Higashiyama T., Takebayashi Y., Kojima M., Sakakibara H., Toyoda A., Fujiyama A., Kurata N., Ashikari M., Reuscher S. Time-course transcriptomics analysis reveals key responses of submerged deepwater rice to flooding. Plant Physiol. (2018), 76(4): 3081-3102.	7.00858.	国際誌	発表済	イネ耐水性と植物ホルモンの動態について明らかにした
2018	Kuroha T., Nagai K., Gamuyao R., Wang D., Furuta T., Nakamori M., Kataoka T., Adachi K., Minami M., Mori Y., Seto Y., Mashiguchi k., Yamaguchi S., Kojima M., Sakakibara H., Wu J., Ebana K., Mitsuda N., Masaru Home-Takagi M., Yanagisawa S., Yamasaki M., Yokoyama R., Nishitani K., Mochizuki T., Tamiya G., McCouch S. and Ashikari M. Ethylene-gibberellin signaling underlies adaptation of rice to periodic flooding. Science. (2018). 361, Issue 6398: 181-186.	10.1126/scie nce.aat1577	国際誌	発表済	淳きイネの主要GTLの1つがジベレリン合成酵素遺伝子であることを明らかにした。
2018	melting analysis for plant breeding. Breed. Sci., (2018), 68: 488-498.	10.1270/jsbb s.18048	国際誌	発表済	高精度熱融解曲線解析によるSNP遺伝子型判定の成功率を高める方法を提案した。
2019	Yamagata, Y, K. T. Win, Y. Miyazaki, C. Ogata, H. Yasui, and A. Yoshimura. Development of introgression lines of AA genome Oryza species O. giaberrima. O. rufipogon, and O. nivara, in the genetic background of O. sativa L. cv. Taichung 65. Breed. Sci. (2019). 69: 359-363.	10.1270/jsbb s.19002	国際誌	発表済	イネ野生種およびアフリカイネの染色体断片導入系統群を作成した。
2019	Phi, C. N., D. Fujita, Y. Yamagata, A. Yoshimura, H. Yasui. High-resolution mapping of <i>GRH6</i> , a gene from <i>Oryza nivara</i> Sharma et Shastry conferring resistance to green rice leafhopper (<i>Nephotettix cincticeps</i> Uhler) Breed. Sci. (2019), 69: 439-446.	10.1270/jsbb s.19029	国際誌	発表済	野生イネに由来するイネのツマグロヨコバイ抵抗性遺伝・ 座 GRH6 の詳細な連鎖地図を構築した。
2019	Thein, H. W., Y. Yamagata, T. V. Mai, and H. Yasui. Four resistance alleles derived from <i>Oryza longistaminata</i> (A. Chev. & Roehrich) against green rice leafhopper, <i>Nephotettix cincticeps</i> (Uhler) identified using novel introgression lines. Breed. Sci. (2019) 69: 573-584.	10.1270/jsbb s.19060	国際誌	発表済	アフリカ産野生イネの保有するツマグロヨコバイ抵抗性の 遺伝的基盤を解明した。
2019	Ogami, T., H. Yasui, A. Yoshimura, Y. Yamagata. Identification of anther length QTL and construction of chromosome segment substitution lines of <i>Oryza longistaminata</i> . Plants, (2019), 8: 388.	10.3390/plan ts8100388	国際誌	発表済	アフリカ産多年生野生イネに由来する他殖促進に関する 遺伝子を栽培イネに導入した。
2019	Mori Y., Kurokawa Y., Koike M., Malik A.I., Colmer T.D., Ashikari M., Pedersen O., and Nagai K. Diel O ₂ dynamics in partially and completely submerged deepwater rice: leaf gas films enhance internodal O ₂ status, influence gene expression and accelerate stem elongation for 'snorkelling' during submergence. Plant Cell Physiol. (2019) 60: 973-985.	10.1093/pcp /pcz009.	国際誌	発表済	イネ部分冠水時および完全冠水時における体内の酸素! 態を明らかにした。
2019	Shim R., Reyes V., Valle M, Lapis R., Shim J., Sunohara H., Jena K. K., Ashikari M., Doi K. (2020) Marker-assisted Introgression of the Quantitative Resistance Gene pi21 Confers Broad Spectrum Resistance to Rice Blast. Rice Science, 27(2): 113–123.	10.1016/j.rsc i.2020.01.002	国際誌	発表済	分子マーカーを用いていもち病抵抗性遺伝子を導入し担 抗性度合いを評価した。
2020		10.1038/s41 586-020- 2501-8	国際誌	発表済	浮きイネの主要QTLの2つを同定し、それぞれが拮抗的I 茎伸長を制御していることを明らかにした。
2020		10.15017/41 04132	国内誌	発表済	イネの葉身の萎凋度。葉鞘におけるミネラル含量、溢液 指標として定量的な耐塩性評価を行い、塩ストレス耐性、 程では葉鞘におけるNa、Mg、Ca 蓄積の抑制がみられ ストレス感受性品種では溢液の量が多い傾向を見出した。
2020	Fujii T, Y. Matsue, Y. Kunihiro, T. T. Myint, A. Chit, T. Win, H. L. Tun, K. Ogata, Y. Yamagata, Z. M. Aung, L. Z. Myo, W. S. Htay. (2020) Variation in agronomic traits of Myanmar's major rice cultivars in wet season and dry season. J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 64: 237–245.	10.5109/233 9114	国内誌	発表済	ミャンマー主要8品種について、日長と降水量が異なるミンマー国内地域において雨期作と乾期作における地域 応性の評価を行った。
2020	Yamada S., Kurokawa Y., Nagai K., Shim R., Yasui H., Furuya N., Yoshimura A., Doi K., Ashikari M., Sunohara H. (2020). Evaluation of backcrossed pyramiding lines of the yield-related gene and the bacterial leaf blight resistance genes. J. Intl Cooper Agric, 18: 18-28.		国際誌	発表済	分子マーカーを用いた白葉枯病抵抗性遺伝子ともみ数1 加遺伝子の導入とその評価を行った。
2020	Fukushima A., Kuroha T., Nagai K., Hattori Y., Kobayashi M., Nishizawa T., Kojima M., Utsumi Y., Oikawa A., Seki M., Sakakibara H., Saito K., Ashikari M. and Kusano M. (2020) Metabolite and phytohormone profiling illustrates metabolic reprogramming as an escape strategy of deepwater rice during partially submerged stress. Metabolites10(2): 68.	10.3390/met abo10020068	国際誌	発表済	浮きイネの冠水時のメタボロームの動態を明らかにした
		論文数	19	件	
	Metabolites, 10(2): 68. 公開すべ	うち国内誌 うち国際誌 きでない論文	17	件 件 件	

<u>③その他</u>	也の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)			
年度	著者名、タイトル、掲載誌名、巻数、号数、頁、年	出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件 公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

(4) C 07 IL	20名17初(工記3)以外(総説、音箱など)			
年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめーおわりのページ	出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2017	吉村 淳、Feeding the world -イネの育種技術を生かした国際協力-、ARDEC、2017、No.57、p2-6	一般財団法人 日本水土総合 研究所海外農 業開発技術セ ンター 刊行物	発表済	イネの育種技術を生かした国際協力に関して、ペトナムに おける吉村の長年の経験を概要し、その意義と可能性を 富及した。
2018	Yoshimura, A., H. Yasui, P. V. Cuong, M. Ashikari, E. R. Angeles, N. V. Hoan, T. T. Phuong, Y. Yamagata, N. Hamaoka, K. Doi, T. T. Hanh, M. V. Tan, N. Q. Trung, N. Iseri, K. Ogata (2018) Development of rice promising lines using genomic technology and information in Vietnam. In: M. Kokubun, S. Asanuma (eds.) Crop Production under Stressful Conditions. Application of Cutting-edge Science and Technology in Developing Countries. Springer Nature, Singapore, Po. 11-25.	国際誌	発表済	
	Nagai K., Hirano K., Angeles-Shim R.B., Ashikari M. (2018) Breeding applications and molecular basis of semi-dwarfism in rice. Rice Genomics, Genetics and Breeding : 155-176.	国際誌	発表済	
	Angeles-Shim R.B., Ashikari M. (2017) Advances in molecular breeding techniques for rice. Achieving sustainable cultivation of rice. Volume 1 P.27-49.	国際誌	発表済	
2020	黒羽 剛、芦苅 基行 (2020) 洪水に適応する浮イネの急速な節間伸長機構、植物の生長調節 Vol. 55, No. 1, 2020.	総説	発表済	
	土井 一行、芦苅 基行、菊田 真由実、横原 大悟 (2020) イネ収量関連遺伝子の同定と利用 一ケニアでの試み一、 AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY Vol.4(7), 2020.	総説	発表済	
2020	Kuroha T., Ashikari M. (2020) Molecular mechanisms and future improvement of submergence tolerance in rice. Mol Breeding.	国際誌	発表済	

⑤研修:	⑤研修コースや開発されたマニュアル等									
年度	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	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項							

VI. 成果発表等

(2)学会発表【研究開始~現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

-	<u> </u>		7 二に左右八日际女成九公人の工文も目171 女九公/	
	年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
	2017	国内学会	吉村 淳(九州大学大学院農学研究院)、途上国のイネ育種をゲノム育種技術で迅速化できるか?、日本育種学会、岩手大学農学部、2017年10月7日	招待講演

招待講演 口頭発表 ポスター発表 1 0 件 0 件

少于云宪衣	(工能①以外)((国際会議発表及び主要な国内学会発表) 	切件謙冷
年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /ロ頭発表 /ポスター発表の別
2017	国内学会	別所-上原奏子、山形悦透、増田健吾、吉村淳、芦苅基行(名大院) イネAAゲノム種における芒形成遺伝子の保存と芒表現型の 調査、日本育種学会 第132回講演会、岩手、2017年10月	ポスター発表
2017	国内学会	永井 啓祐、黒羽 剛、芦苅 基行(名大院) イネが水田で生きるためには ~コンペイ糖状細胞の発見とガス交換の仕組み~、2017年度遺伝研研究会 イネ分子遺伝学の方向性、静岡、2017年11月	口頭発表
2018	国内学会	保浦徳昇、石原亮太、縣歩美、太田自由、黒羽剛、西谷和彦、北野英己、芦苅基行(名大院) イネ強稈化に関わる量的形質遺伝子座 qGF1の機能解析、イネ遺伝学・分子生物学ワークショップ2018、静岡、2018年7月	ポスター発表
2018	国内学会	永井 啓祐、芦苅 基行(名大院) イネの節間伸長における相転換、国立遺伝学研究所研究会「イネ分子遺伝学の飛躍」、静岡、 2018年10月	口頭発表
2018	国内学会	森欣順、永井啓祐、Timothy Colmer、Ole Pedersen、芦苅基行、冠水時における浮イネ植物節間内の酸素濃度および遺伝子発現変動の解析、第60回日本植物生理学会年会、愛知、2019年3月	口頭発表
2018	国内学会	セイン・ニン・ワー・山形悦透・マイ・ヴァン・タン・安井 秀(九大院農) アフリカ産野生イネ Oryza longistaminata のツマグロヨコバイ高度抵抗性は4つの抵抗性アリルの集積効果による、日本育種学会 第135回講演会、千葉、2019年3月	口頭発表
2018	国内学会	Nguyen Dinh, C., T. Okano, M. Matsumura, H. Yasui, D. Fujita (Fac. Agri., Saga Univ.) Characterization of brown planthopper resistance using near-isogenic and pyramided lines carrying resistance genes in rice, 日本育種学会 第135回講演会、千葉、2019年3月	ポスター発表
2019	国内学会	芦苅基行(名大院)、Activation of intercalary meristem for stem elongation in rice、第73回日本栄養·食糧学会大会、静岡、2019年5月	招待講演
2019	国際学会	芦苅基行:イネの基礎研究からグローバル展開へ、Principles of pluripotent stem cells underlying plant vitality、宮城、2019年5月	招待講演
2019	国際学会	永井 啓祐、石川慎、森欣順、新美陽子、芦苅基行: Antagonistic regulatory mechanism by accelerating and decelerating factors in internode elongation of rice for flooding adaptation. 、The 13th International Society of Plant Anaerobiosis Conference、Taiwan、2019年6月	口頭発表
2019	国際学会	森欣順, Timothy David Colmer, 芦苅基行, Ole Pedersen, 永井 啓祐: 冠水時における浮イネ植物節間内の酸素濃度および遺伝子発現変動の解析、The 13th International Society of Plant Anaerobiosis Conference、Taiwan、2019年6月	口頭発表
2019	国内学会	縣歩美、保浦徳昇、安藤考紀、太田自由、小嶋美紀子、竹林裕美子、竹原清日、土井一行、 上口(田中)美弥子、鈴木孝征、榊原均、松岡信、芦苅基行、犬飼義明、北野英己:2つの遺伝子がイネの穂型を制御する。日本 育種学会第136回講演会、奈良、2019年9月	ポスター発表
2019	国内学会	芦苅基行:野生イネ研究の扉」を開けたかも?、国立遺伝学研究所研究会「イネ分子遺伝学の夢」、静岡、2019年11月	口頭発表
2019	国内学会	芦苅基行:「何がわからないか」が、わかること。~様々な角度からみることで見えてくる自然の秘密~、農学中手の会 第5回研究 集会、滋賀、2019年12月	招待講演
2019	国内学会	永井 啓祐、芦苅基行:イネ節間伸長における拮抗的制御機構、第61回日本植物生理学会年会、大阪、2020年3月	口頭発表
2019	国内学会	藤原 渉,井上 惇之,安井 秀,山形 悦透(九大院・農)、 <i>Oryza sativa</i> L. と <i>O. glaberrima Steud.</i> 間種間雑種後代の F ₁ 花粉不稔に関与する遺伝子座 <i>S18</i> の遺伝解析、日本育種学会第136回講演会、奈良、2019年9月	口頭発表
2019	国内学会	田畑 周作, 山形 悦透, 藤田 大輔, 真田 幸代, 松村 正哉, 安井 秀(九大院・農)、加害性が異なるトビイロウンカ個体群を用いたインド型イネ品種「PTB33」のトビイロウンカ高度抵抗性に関する QTL 解析、日本育種学会 第136回講演会、奈良、2019年9月	口頭発表
2019	国内学会	藤原渉、井上惇之、久保貴彦、安井秀、吉村淳、山形悦透(九大院・農)、Oryza sativa LとO. glaberrima Steud間種間交雑に由来するF1花粉不稔遺伝子座S18の近似同質遺伝子系統におけるタペート崩壊の異常第14回九州育種談話会、熊本、2019年11月	ポスター発表
2019	国内学会	窪田隆一、阪田光和、村上亮、宮崎雄太、安井秀、吉村淳、山形悦透(九大院・農)、F1花粉不稔遺伝子座 <i>S21</i> における <i>Oryza nivara</i> Sharma et Shastryアレルと <i>O. meridionalis</i> Ng.アレル間相互作用の検証、第14回九州育種談話会、熊本、2019年11月	ポスター発表
2019	国内学会	Ngoc B.T.T., H. Aratani, Y. Yamagata, and H. Yasui, (Fac. Agr., Grad. Sch., Kyushu Univ.) Evaluation of salinity stress tolerance in the rice core collection, 第14回九州育種談話会、熊本、2019年11月	ポスター発表
2019	国内学会	Evaluation of promising lines for rice bran oil in Vietnam, P. V. Cuong, T. T. Hanh, N. V. Hoan, H. Yasui, A. Yoshimura, (Vietnam Natl. Univ. Agr., Fac. Agr. Grad. Sch. Kyushu Univ.) 第14回九州育種談話会、熊本、2019年11月	ポスター発表
2019	国内学会	イネ節間伸長における拮抗的制御機構、第61回日本植物生理学会年会、大阪、2019年3月	口頭発表
2020	国内学会	芦苅基行、森欣順、石川慎、Gamuyao Rico、新美陽子、保浦徳昇、福田萌莉、榊原均、古田智敬、久野裕、佐藤和広、赤木剛士、 小嶋美紀子、竹林裕美子、福島敦史、氷室泰代、小林正智、呉健忠、アキリ亘、吉田綾、辻寛之、佐藤豊、永井啓祐: ACE1と DEC1によるイネ節間伸長の antagonistic制御1、第84回日本植物学会、2020年9月	口頭発表
2020	国内学会	永井啓祐、森欣順、石川慎、Gamuyao Rico、新美陽子、保浦徳昇、福田萌莉、榊原均、古田智敬、久野裕、佐藤和広、赤木剛士、小嶋美紀子、竹林裕美子、福島敦史、氷室泰代、小林正智、呉健忠、アキリ亘、吉田綾、辻寛之、佐藤豊、芦苅基行: ACE1とDEC1によるイネ節間伸長の antagonistic制御2、第84回日本植物学会、2020年9月	口頭発表
2020	国内学会	増田健吾、別所(上原)奏子、Diane R. Wang、Rosalyn A. Shim、小原圭介、永井啓祐、村瀬李梨、青木振一郎、古田智敬、三浦孝太郎、呉健忠、山形悦透、吉村淳、嘉村巧、Susan R. McCouch、芦苅基行:アフリカイネ栽培化過程で選抜された芒伸長遺伝子RAE3の同定と機能解析、第84回日本植物学会、2020年9月	口頭発表
2020	国内学会	村瀬李梨、青木振一郎、別所(上原)奏子、山形悦透、増田健吾、高師智、吉村淳、芦苅基行:複数の野生イネに保存された芒形 成遺伝子RAE5の同定、第84回日本植物学会、2020年9月	口頭発表
2020	国内学会	永井啓祐、森欣順、石川慎、Gamuyao Rico、新美陽子、保浦徳昇、福田萌莉、榊原均、古田智敬、久野裕、佐藤和広、赤木剛士、 小嶋美紀子、竹林裕美子、福島敦史、氷室泰代、小林正智、呉健忠、アキリ亘、吉田綾、辻寛之、佐藤豊、芦苅基行:イネ節間伸 長の開始制御機構の解明、日本育種学会第138回講演会、2020年10月	口頭発表
2020	国内学会	縣歩美、安藤考紀、太田自由、小嶋美紀子、竹林裕美子、竹原清日、土井一行、上口(田中)美弥子、鈴木孝征、榊原均、松岡信、芦苅基行、犬飼義明、北野英己、保浦徳昇:イネの多様な穂形態はPrl5/GA20ox4とPbl6/APO1のアリルの組み合わせによって形成される、日本育種学会第138回講演会、2020年10月	口頭発表
2020	国内学会	別所(上原)奏子、芦苅基行:イネ栽培化過程で選抜された芒伸長遺伝子RAEsに関する機能解析、第10回東北植物学会、2020年 12月	口頭発表
2020	国内学会	古田智敬、芦苅基行、山本敏央:アフリカイネ遺伝資源を利用した育種学研究をしていたらバイオインフォマティシャンになった話、第12回中国地域育種談話会、2020年12月	口頭発表
	1	I	

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /ロ頭発表 /ポスター発表の別
2020	国際学会	ReyesVP., Angeles-Shim RB., Lapis RS., Shim JH., Sunohara H., Jena KK., Ashikari M., Doi K.: Improvement of Asian rice cultivars through marker-assisted introgression of yield QTLs Grain Number 1a (Gn1a) and Wealthy Farmer's Panicle (WFP)、47th Philippine Society for Biochemistry and Molecular Biology Annual Convention、2020年12月	口頭発表
2020	国内学会	永井啓祐、森欣順、石川慎、Gamuyao Rico、新美陽子、保浦徳昇、福田萌莉、榊原均、古田智敬、久野裕、佐藤和広、赤木剛士、 小嶋美紀子、竹林裕美子、福島敦史、氷室泰代、小林正智、呉健忠、アキリ亘、吉田綾、辻寛之、佐藤豊、芦苅基行 : The regulation of phase transition in rice internode、第62回日本植物生理学会年会、2021年3月	口頭発表
2020	国内学会	永井啓祐、森欣順、石川慎、Gamuyao Rico、新美陽子、保浦徳昇、福田萌莉、榊原均、古田智敬、久野裕、佐藤和広、赤木剛士、 小嶋美紀子、竹林裕美子、福島敦史、氷室泰代、小林正智、呉健忠、アキリ亘、吉田綾、辻寛之、佐藤豊、芦苅基行:イネ節間に おけるジベレリンに応答した拮抗的伸長制御機構、日本育種学会第139回講演会、2021年3月	口頭発表
2020		別所(上原)奏子、大守知樹、永井啓祐、小嶋美紀子、縣歩美、榊原均、芦苅基行、保浦徳昇: Spatiotemporal gibberellin biosynthesis underlying the optimal rhizome development in Oryza longistaminata.、第62回日本植物生理学会、2021年3月	口頭発表
2020		古田智敬、佐藤豊、芦苅基行:アフリカイネOryza glaberrima品種群を用いたゲノム育種基盤構築、日本育種学会第139回講演 会、2021年3月	口頭発表
2020	国内学会	Reyes VP., Angeles-Shim RB., Sunohara H., Kitony JK., Nishiuchi S., Jena KK., Ashikari M., Doi K.:Development and evaluation of <i>Gn1a</i> and <i>WFP</i> introgression lines in NERICA genetic background、日本育種学会第139回講演会、2021年3月	口頭発表

招待講演 3 件 ロ頭発表 24 件 ポスター発表 8 件

VI. 成果発表等 (3)特許出願[研究開始~現在の全期間](公開) ①国内出願

	引山陨											
	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種 類、出願国等	相手国側研究メン バーの共同発明者 への参加の有無	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文の DOI	羌明 石	所属機関	関連する外国出願 ※
No.1	2019- 209415		植物の生長 を正に制御 する遺伝子							永井啓祐	名古屋大学・生 物機能開発利用 研究センター	
No.2												
No.3												

国内特許出願数 公開すべきでない特許出願数

②外国出願

9712	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種 類、出願国等	相手国側研究メン バーの共同発明者 への参加の有無	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文の DOI	発明者	発明者 所属機関	関連する国内出願 ※
記載例												
No.1												
No.2												
No.3									44 = L . I . II T #L		. In l	

外国特許出願数 0 件 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等 (4)受賞等【研究開始~現在の全期間】(公開)

①受賞

<u> </u>							
年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2019	2019/4/17	技術員(研究部門))	イネ重要農業形質遺伝子の 同定と機能解析および育種 学的研究	芦苅基行		2.主要部分が当課題研究 の成果である	
2020	2021/3/20		重複遺伝子説によるイネ属 の種間雑種不稔機構の解明 と種分化に関する研究	山形 悦透		3.一部当課題研究の成果 が含まれる	

2 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2018	2018./7/13	日本経済新聞	イネの背丈伸ばす遺伝子		3.一部当課題研究の成果 が含まれる	
2018	2018/7/13	中日新聞	イネ伸ばす遺伝子発見		3.一部当課題研究の成果 が含まれる	
2018	2018/8/18		洪水とともに生きるイネの 驚異的な能力		3.一部当課題研究の成果 が含まれる	
2018	2019/1/24		浮きイネの遺伝子 水没防ぐ変異		3.一部当課題研究の成果が含まれる	

4 件

VI. 成果発表等

(5)ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始~現在の全期間】(公開)

①ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2018	8月5日	植物の成長の仕組	名古屋大学・生 物機能開発利用 研究センター	9名	公開	
2018	8月9日	オープンキャンパス	名古屋大学・生 物機能開発利用 研究センター	10名	公開	
2019	5月17日	第73回日本栄養·食糧学会大会	静岡市清水文化 会館マリナート	600名	公開	
2019		高等学校第2学年の生徒に対する農学に 関する模擬講義	愛知県立瑞陵高 等学校	40名	非公開	
2019		国立遺伝学研究所 研究会「イネ分子遺伝学の夢」	国立遺伝学研究 所	50名	非公開	

5 件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2018	2019. 3. 6.	The first Joint Coordination Committee Meeting	30	JICA RGBMにおける第1回JCC会議を開催して、ミャンマー側活動と日本側活動の報告と今後の計画についてプレゼンを実施した上で、参加者との質疑応答を行なった。
2019		Seminar of research review, JICA RGBM, 20 November, 2019 Nawarart Hall, DAR, Yezin	146	セミナーを開催して、ミャンマー側活動と日本側活動の報告と今後の計画についてプレゼン を実施した上で、参加者との質疑応答を行なった。
2019	2020. 3. 5.	The second Joint Coordination Committee Meeting	39	JICA RGBMにおける第2回JCC会議を開催して、ミャンマー側活動と日本側活動の報告と今後の計画についてブレゼンを実施した上で、参加者との質疑応答を行なった。 JCC2では、プロジェクト代表者の吉村が本プロジェクト全体の計画、ミャンマーにおける活動実施状況、本プロジェクトの日本における活動(JST支援)、今後の活動計画について報告を行った。

3 件

成果目標シート

研究課題名	ミャンマーにおけるイネゲノム育種システム強化
研究代表者名 (所属機関)	吉村 淳(九州大学)
研究期間	2017年採択(2017年6月1日~2023年3月31日)
相手国名/主要相 手国研究機関	農業畜産灌漑省農業研究局
関連するSDGs	目標2、13、15

成果の波及効果

日本政府、社会、 ■ゲノム情報を駆使し、農業資材低投入型イネ新 産業への貢献 品種への取り組みを示すことで、ミャンマー等、 ASEAN諸国における日本のプレゼンス強化 ■アジアを中心とした他地域へのイネ新品種およ び育種技術の普及 科学技術の発展 本課題で進めるマーカー選抜育種はこれまで日本 ならびに世界で度々提案されてきた育種技術であ るが、国内において実際に品種育成に利用された 例は少ない。本課題では、マーカー選抜育種が実 施されて実際に品種が開発され、育種を推進する スタンダードな技術としてマーカー選抜育種をより 発展させる。また、さらなる選抜技術の改良のよっ て、汎用性の高い育種技術を生み出すことにつな がり、広く世界に認められものと期待される。 知財の獲得、国際 本課題で開発する有望系統群は、ミャンマー側と 共有する予定である。これらは、ミャンマーばかり 標準化の推進、遺 でなく、広くASEAN諸国やアフリカにおいても利用 伝資源へのアクセ 可能で、我が国が保有するイネのバイオリソースと ス等 して誇りうるものとなり得る。 世界で活躍できる 国際プロジェクトを実体験することで、日本人学生 日本人人材の育 の英語力強化や国際性の醸成を図る。具体的に は、大学院生・若手専門家の派遣を行う。 両国の関係者の協働を通して、人的ネットワーク 技術及び人的ネッ トワークの構築 がさらに強化される。一例として、構築されるネット ワークを基盤に、他のグローバル化推進の科学技 術施策に容易に応じることが可能となる。 成果物(提言書、 ■科学論文の作成 論文、プログラム、 ■ミャンマー農民向けガイドライン(栽培指針およ マニュアル、デー び各種マニュアル)の作成 タなど)

上位目標

ミャンマーにおいてイネの新品種が普及され、農村地域の生計向上、ならびに持続的農村開発が促進される

作出される有望系統がイネ新品種として登録され、強化されたイネ育種システムに基づき新たな有望系統の開発が行われる

プロジェクト目標

ミャンマーの自然・社会経済環境に適した有望系統の開発のための、 イネ育種システムが強化される

