

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「生物資源分野」

研究課題名「稲の安全性と高栄養価に貢献する育種および水管理技術
の開発」

採択年度：令和3年（2021年）度/研究期間：5年/

相手国名：バングラデシュ人民共和国

令和4（2022）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2022年8月28日から2027年8月27日まで

JST側研究期間^{*2}

2021年6月1日から2027年3月31日まで

（正式契約移行日2022年7月1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：神谷 岳洋

東京大学大学院農学生命科学研究科・准教授

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	2021年度 (10ヶ月)	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度 (12ヶ月)
1. バングラデシュ在来品種を用いたコメへの元素蓄積に関与する新規遺伝子の同定と育種素材及びDNAマーカーの確立						
1-1. バングラデシュ稲品種を用いたQTLマッピングによる遺伝子の同定と機能解析	← 材料の確立	← QTL解析と遺伝子の同定			← 機能解析	→
1-2. 変異原処理した稲のスクリーニングによる変異株の単離と原因遺伝子の同定および機能解析	← 材料の確立	← スクリーニングと遺伝子の同定			← 機能解析	→
1-3. 1-3, 1-1, 1-2で単離した遺伝子に変異を有する稲の圃場における形質評価及びDNAマーカーの作成			育種素材確立、DNAマーカー完成	←		← 有望系統確立
2. 変異原処理したバングラデシュ稲品種と既知優良アレルをもちいた育種素材及びDNAマーカー確立						
2-1. 変異原処理されたバングラデシュ稲品種からのPCRまたは次世代シーケンズを用いた育種素材の単離	← 材料の確立	← スクリーニング*1		→		
2-2. 2-1で単離した育種素材の圃場における栽培と形質評価による、鉄、亜鉛、カドミウムの形質に関する有望系統の選抜				← 育種素材確立	← DNAマーカー完成	→
2-3. 有望系統をBRRI, BINA, 民間種子会社に配布する活動計画の作成				←	← セミナー等の開催	→
3. コメ中ヒ素・カドミウムの低減を目指した栽培管理方法の確立						
3-1. バングラデシュ圃場と品種を用いた栽培管理手法の検討	← 圃場の情報収集		← 栽培管理法確立			
3-2. 収量維持と玄米中ヒ素低減を両立できる落水期間を判断するための水管理指標の検討			← 指針の決定			
3-3. 3-1, 3-2で得た成果を複数圃場で検証し、普及に向けた栽培マニュアルを作成				← マニュアルの完成		
3-4. デモンストレーションサイトの選定に向けた調査の実施		← ベースライン調査*2	→			
4. コメ中ヒ素の低減を目指した栽培管理方法の普及・定着						
4-1. コメ中ヒ素・カドミウムを低減させる栽培方法の農家への普及					← 普及活動	→
4-2. コメ中ヒ素を低減させる栽培方法を担う人材の育成					← 研修の実施	→
4-3. コメ中ヒ素を低減させる栽培方法を農業政策に組み込むための取り組み				←	← セミナー等の開催	→

(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)

*1: プロジェクトの開始が遅れたことにより、後ろ倒しした。

*2: イスラム教授が過去に使用していたヒ素汚染地域 (Faridpur) にある圃場で栽培したコメのヒ素濃度が想定した濃度よりも低かったため、再度調査することとした。

2. 計画の実施状況と目標の達成状況 (公開)

(1) プロジェクト全体

【令和4年/2022年度実施報告書】【230531】

- ・プロジェクト目標の達成状況とインパクト

RD 締結の遅れにより研究開始が遅れ、バングラデシュへ渡航できない状況続き 2022 年乾季作に間に合わなくなる恐れがあったため、8 月 28 日に、本プロジェクトとは異なる経費により、研究代表者（神谷）が渡航した（そのため、国際共同研究期間の開始日は 8 月 28 日となっている）。これ以降は、JICA 経費にて渡航が可能となり、日本側参画者も渡航できるようになり、2022 年度の乾季作は予定通り開始することができた。

日本側が開始した一方で、バングラ側の予算・免税措置に必要な TAPP（Technical Assistance Project Proposal）については、2022 年夏に提出したものの、2023 年 5 月 26 日現在、承認には至っておらず、バングラ側には予算がついていない状況である。引き続き、関係機関と協力して承認に向けて動く必要がある。

- ・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）

なし

- ・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）

なし

- ・研究運営体制、日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）等

博士研究員を 1 名雇用した。また、2023 年 3 月末より、現地業務調整員が着任した。

- ・人的交流の構築（留学生、研修等）

バングラデシュ農業大学（BAU）で修士課程を修了した学生が、2022 年 10 月に研究生として東京大学へ入学し、2023 年 2 月に大学院入試に合格し、2023 年 4 月より博士課程に入学した。

(2) 各研究題目

(2-1) 研究題目 1：「バングラデシュ在来品種を用いたコメへの元素蓄積に関与する新規遺伝子の同定と育種素材及び DNA マーカーの確立」

東京大学グループ（リーダー：神谷）

秋田県立大学グループ（リーダー：増田）

① 研究題目 1 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

1-1. バングラデシュ稲品種を用いた QTL マッピングによる遺伝子の同定と機能解析（神谷）

2021 年度乾季にバングラデシュで栽培された玄米のヒ素濃度が高い品種と低い品種の組み合わせで交配した F2 系統の玄米の元素分析を行った。明確な分離を示さず、連続的に変化することを確認した。なお、複数品種について F2 を作成していたが、前述した 1 組を除き、掛け合わせの失敗が疑われたため、2023 年度は、日本側で掛け合わせを行い、QTL 解析に必要な材料を準備する予定である。

1-2.変異原処理した稲のスクリーニングによる変異株の単離と原因遺伝子の同定および機能解析

・バングラデシュ稲品種（神谷）

イスラム教授により作成された変異原処理した BRRIdhan84 の M3 世代の玄米（2021 年度乾季に Faridpur で栽培）について、ICP-MS による元素分析を実施した。元素分析の解析開始が当初予定から遅れたため、すべてを解析することはできなかったが 1932 系統の元素分析を完了した。この中から、以下の基準を用いて、変異株を選抜した。

Fe、Zn：元素濃度が高い上位 20 系統、及び、ICP-MS による分析ごと（300 サンプル）に計算した Z スコアの絶対値が 2 以上；As、Cd：元素濃度が低い下位 20 系統、及び、ICP-MS による分析ごと（300 サンプル）に計算した Z スコアの絶対値が 2 以下。

以上の基準により、147 系統を選抜した。これらの系統を、8 反復で 2022 年度乾季作にバングラデシュで栽培しており、元素濃度を再度測定し、変異株を単離する予定である。また、変異株が単離できない可能性を考えて、2022 年度雨季に変異株 9000 系統を追加で栽培し、2022 年 12 月より ICP-MS による元素分析を進めている。

また、遺伝学的解析に必要である BRRIdhan84 の DNA をロングリードシーケンサー（Oxford Nanopore、MinION）及びショートリードシーケンサーにより解析し、ゲノム配列を決定した。

上記のバングラデシュ品種の変異株に加え、日本で単離した台中 64 背景の玄米中ヒ素が高い系統の解析を進めている。F2 系統の玄米中ヒ素濃度を測定し、分離することを確認しており、次世代シーケンスを用いた原因遺伝子の同定を行う予定である。

・日本稲（コシヒカリ）（増田）

コシヒカリ変異株の M7 世代において、鉄・亜鉛が玄米で 1.5 倍から 2 倍に増加した変異株を 3 系統得ている。このコシヒカリ変異株と、秋田県農業試験場で育種された”ゆめおぼこ”の低カドミウム系統を交配した。F2 世代以降、世代ごとに、秋田県農業試験場で圃場栽培を行い、玄米の鉄・亜鉛含有量と出穂期や栽培特性に基づいて選抜をおこなっている。2022 年の交配 F4 系統は、稈長、穂数、千粒重などの収量要素が、比較対象のあきたこまち、ひとめぼれと同程度であった（様式 4 表 1（非公開））。倒伏耐性、いもち病耐性も問題はなかった。さらに交配 F4 系統から得られた玄米の鉄・亜鉛栄養価が 1.5 倍から 2 倍程度増加していることを確認した（様式 4 図 1（非公開））。このことから、本コシヒカリ変異株には、バングラデシュの鉄・亜鉛含有量を増加しうる有用な形質（遺伝子変異）を持つと考えられた。

M7 世代の変異株のシーケンス結果から、鉄貯蔵タンパク質、フェリチン遺伝子を含むゲノム上の欠損が見られた。フェリチン遺伝子の欠損により種子の鉄や亜鉛栄養が増加すると考え、フェリチンの T-DNA 挿入変異株を栽培したが、野生株と比べ、種子の鉄・亜鉛栄養の明確な増加は見られず、別の変異個所に原因があることが推測された。

原因遺伝子の同定のため、戻し交配した F2 系統の配列も、次世代シーケンサーにより解析した。しかしながら、前年度までの QTL-seq による解析方法では、有意な変異部位を見つけることが出来なかった。本年度に、原因遺伝子の同定作業を継続して実施する。

②研究題目 1 の当該年度の目標の達成状況と成果

【令和 4 年／2022 年度実施報告書】【230531】

おおむね予定通りである。渡航の予定が遅れたために当初予定よりも少ない数の変異株を解析に供することとなったが、変異株を単離することができた。

③研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開
なし

④研究題目 1 の研究のねらい（参考）

バングラデシュ在来品種を用いてコメへの元素蓄積（鉄、亜鉛、ヒ素）に関与する遺伝子を同定し、育種素材及び DNA マーカーを確立し、育種基盤を確立することを目的とする。

⑤研究題目 1 の研究実施方法（参考）

元素分析の結果見出された元素濃度が異なる品種を掛け合わせ、QTL 解析により原因遺伝子を同定する。さらに、得られた遺伝子に対して DNA マーカーを作成し育種に利用する。

(2-2)研究題目 2：「変異原処理したバングラデシュ稲品種と既知優良アレルをもちいた育種素材及び DNA マーカー確立」

東京大学グループ（リーダー：神谷）

秋田県立大学グループ（リーダー：増田）

①研究題目 2 の当初計画（全体計画）に対する実施状況（カウンターパートへの技術移転状況含む）

2-1.変異原処理されたバングラデシュ稲品種からの PCR または次世代シーケンスを用いた育種素材の単離（神谷）

・ TILLING によるスクリーニング系の確立と開始

イスラム教授により作成された EMS 変異系統を用いて 2022 年 3 月より開始した。玄米を滅菌したのち、セルトレーにて栽培し、3 系統まとめて DNA を抽出、PCR、CelI 処理、電気泳動をおこなっている。現在進行中であり、今年度中には 1500 系統程度完了する予定である。

・ バングラデシュ品種への既知優良アレルの導入

前年度に引き続き、コメのカドミウムが低い変異株 1281_m (OsNRAMP5 破壊株)、または、鉄が高い変異株 1095_k (OsVIT2 破壊株) とバングラデシュ品種 (BRRIadhan 28, BRRIadhan 48) の掛け合わせを続けている。なお、このうちバングラデシュの主要な品種である BRRIadhan 28 については、MinION にてゲノム配列を決定した。

なお、1095_k が有する OsVIT2 の変異は、鉄、亜鉛濃度を高くするが、収量には影響しないことを論文にて発表した (Prashant H. et al, Frontier in Plant Science, 2022)。

2-2.バングラデシュイネの形質転換系の確立及び、ゲノム編集による鉄・亜鉛栄養価の向上（全て日本側で実施）（増田）

バングラデシュは、形質転換植物の実用化について積極的であり、ゲノム編集イネの受け入れの余地もある。遺伝子の機能を抑えることで種子の鉄・亜鉛を増やせる遺伝子がいくつか報告されているので、それらの遺伝子をゲノム編集で破壊し、バングラデシュイネの鉄・亜鉛栄養の向上を目

【令和 4 年／2022 度実施報告書】【230531】

指す。研究題目1で得られた有望株に本法を適用することで、さらなる鉄・亜鉛の増加や、ヒ素が少なく鉄・亜鉛を増加させた系統が得られる可能性がある。また、バングラデシュイネでゲノム編集を可能にするため、バングラデシュイネの形質転換系の確立を目指す。

1) バングラデシュイネの形質転換系の確立

バングラデシュの主要な品種である BRR1 dhan28 や BRR1 dhan29、また、1-2 の変異株の親系統である BRR1 dhan84 等のバングラデシュイネ品種の種子 (BRR1 dhan28, 29, 84) を日本国内にて増幅した。2021 年度までは、国内の温室で種子を増幅させていたが、2022 年度には、これらの品種を圃場栽培し、組織培養や形質転換に必要な充分な量の種子 (各 1 万粒以上) を得た。圃場から収穫した種子を用いて、カルス誘導実験を実施している。

2) ゲノム編集個体の作成

液胞への鉄輸送トランスポーター *OsVIT1* (別名 *OsVIT2*) の遺伝子の機能が欠損すると、葉や根など、種子以外のイネ組織において、液胞へ隔離される鉄の量が減少し、遊離する鉄イオンが増加する結果、種子の鉄含有量が増加する (Zhang *et al.* 2012)。ニコチンアミンアミノ基転移酵素遺伝子 *OsNAATI* の機能が欠損したイネは、その前駆体であり、かつ鉄・亜鉛のキレーターでもあるニコチンアミンの含有量がイネ体内で増加する。その結果、鉄・亜鉛の体内輸送が向上し、種子の鉄・亜鉛含有量が増加する (Cheng *et al.* 2007, Masuda *et al.* 2009)。さらに、*OsYSL9* は、登熟期に鉄を胚乳から胚へ輸送する輸送体であり、その遺伝子の機能が欠損すると、胚乳から胚へ輸送される鉄が減少するため、胚乳(白米部位)の鉄含有量が増加する (Senoura *et al.* 2017)。したがって、イネ種子、特に白米中の鉄・亜鉛含有量を増加させることを目的とし、上記の *OsVIT1*, *OsNAATI*, *OsYSL9* を対象とし、ゲノム編集で変異を導入するベクターを、それぞれ作成した。

②研究題目2の当該年度の目標の達成状況と成果

予定通りである。

③研究題目2の当初計画では想定されていなかった新たな展開

なし

④研究題目2の研究のねらい (参考)

遺伝子の機能を抑えることでコメの鉄・亜鉛を増やせる遺伝子、また、コメのカドミウムが低下する遺伝子がいくつか報告されている。それらの遺伝子の機能欠損株を TILLING により検索したり、ゲノム編集で破壊したりして、育種素材を確立することを目的とする。

⑤研究題目2の研究実施方法 (参考)

EMS 変異導入した BRR1 dhan84 を用いた TILLING による探索、CRISPR による作成を行う。

(2-3)研究題目3:「コメ中ヒ素の低減を目指した栽培管理方法の確立」

農研機構グループ（リーダー：中村）

①研究題目3の当初計画(全体計画)に対する実施状況(カウンターパートへの技術移転状況含む)

3-1. バングラデシュ圃場と品種を用いた栽培管理手法の検討

灌漑間隔の異なる間断灌漑（湛水3日間、落水4日間を繰り返す間断灌漑（以下3湛4落）、湛水3日間、落水7日間を繰り返す間断灌漑（以下3湛7落）、Alternate Wetting and Drying（以下AWD）および慣行水管理（常時湛水）で水稻をBAU圃場（Mymensingh）で栽培し（右写真（A））、コメ中ヒ素（As）およびカドミウム（Cd）濃度さらに収量に与える水管理の影響を調査するとともに間断灌漑に最適な水稻品種を選定するための試験を実施した。2021–2022年および2022–2023年の各乾期作（Boro）ではそれぞれ水稻10品種および5品種をそれぞれ栽培した。



(A)BAU圃場に設置した水管理実験区。(C)に示す気象センサー、Eh、体積含水率、これらを記録するデータロガーを設置した。(B)測定機器の加工をカウンターパートに技術移転した。

2021–2022年Boro作試験について計画していた収量および収量構成要素の調査を完了した。さらに間断灌漑に最適な水稻品種を選定するためのデータを取得した。玄米中As・Cd濃度の分析は部分的に終了し、残りは現在分析中である。

2021–2022年Boro作では、BAU圃場で前年作と同様の試験を実施した。本作では前年作と同様の測定に加え栽培期間中の E_H および体積含水率、気象データ（上記写真（C））の自動測定を実施した。各自動測定にかかわる測定機器の加工、設置および測定方法をカウンターパートに技術移転した（上記写真（B））。

一方、同年試験実施予定のFaridpur現地圃場では、以前に同圃場から採取した玄米の無機As濃度が想定よりも低く、実施計画を変更した。本年度はFaridpurでは栽培試験を実施せず、別の試験圃場を選定のための試料採取を（3-2とともに）実施した。採取地区は下記3-2に記載。試料は現在分析中である。

3-2. 収量維持と玄米中ヒ素低減を両立できる落水期間を判断するための水管理指標の検討

水稻作期の水管理を常時湛水、中干し+間断灌漑3湛4落（湛水3日間、落水4日間の繰り返し、落水時には田面水を強制排水）およびAWD（灌漑を開始する水位を地下15cmに設定）の水管理区を農研機構の圃場に設け、水稻を栽培した。作付け期間中の土壌の体積含水率および酸化還元電位（ E_H ）を測定し、土壌溶液および灌漑水を複数回採取し、溶存As・Cd濃度を測定した。これにより異なる指標に基づく水管理がコメ中As・Cd濃度、収量および灌漑水量に与える影響を調査した。

3湛4落およびAWDは湛水管理に比べて玄米中無機As濃度を低下、玄米中無機As低減効果は3湛4落で大きくAWDの約3倍となった。ただしAWDは節水効果が大きく、3湛4落は湛水管理

【令和4年／2022度実施報告書】【230531】

よりも多くの灌漑水を必要とした。水位低下は4日で約15 cmであった。バングラデシュ Boro 作でも降雨の可能性があり、日数のみを指標とした水管理では土壤乾燥が不十分になる可能性がある。降雨がなければ落水期間を4日として水管理を実施できるが、降雨があった場合にはここで得られた水位を基準に水管理を実施する必要も生じると考えられる。

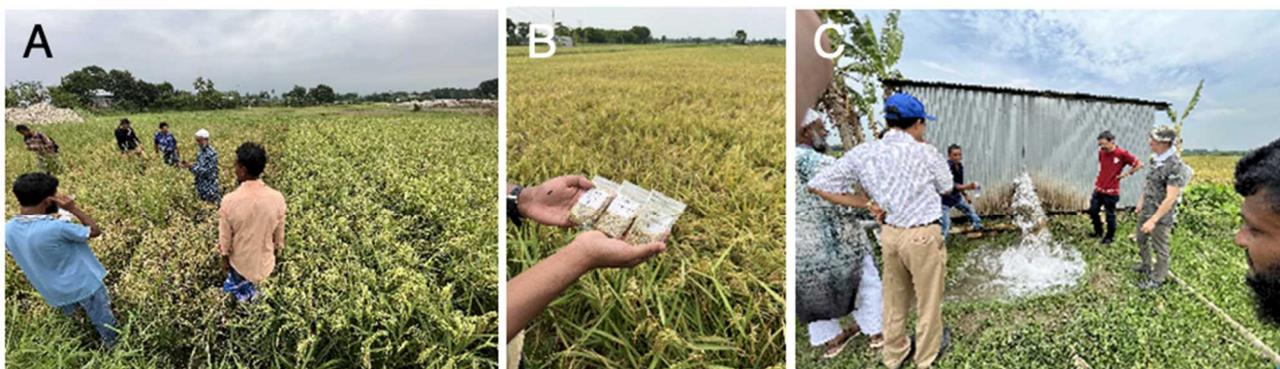
本年計画していた圃場試験、試料分析を完了し水管理指標を得るための初年目のデータを取得した。

3-3.普及に向けた栽培マニュアル作成

今年度実施計画なし。

3-4.デモンストレーションサイトの選定に向けた調査の実施

同年試験実施予定の Faridpur 現地圃場では、以前に同圃場から採取した玄米の無機 As 濃度が想定よりも低く、実施計画を変更した。本年度は Faridpur では栽培試験を実施せず、別の試験圃場を選定のための試料採取を実施した（下写真）。具体的には、対象地区を含む Faridpur、Jhenaidah、および Sonargaon の各地区で現地圃場視察、井戸水および玄米を採取し、試料は現在分析中である。



(A)圃場でのサンプリングの様子。(B)サンプリングした籾。(C)灌漑水のサンプリング。

②研究題目3の当該年度の目標の達成状況と成果

目標達成の為のバングラデシュ試験圃場は計画していた2圃場の内1圃場の削減を余儀なくされたが当該年度の目標はおおよそ達成し、以下の成果を得た。

本年度は、日本で排水を伴う落水とともに実施されていた間断灌漑3湛4落（および3湛7落）が排水設備のない圃場でも利用できるように改良し、バングラデシュの排水設備がない圃場に適用した。その結果として改良した間断灌漑が排水設備のないバングラデシュ圃場でも実施可能であることを示すことができた。更に改良型間断灌漑3湛4落が、別の玄米中As低減水管理候補であるAWDに比べて収量が高く、玄米中無機Asをより低下できる可能性があることを示した。

③研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

本年度試験実施予定の Faridpur 現地圃場では、以前に同圃場から採取した玄米の無機 As 濃度が想定よりも低く、試験圃場とするには As 濃度が低すぎると判断し、実施計画を変更した。本年度は当初予定していた Faridpur 現地圃場では試験を実施せず、別の試験圃場選定のため複数地区で

玄米および井戸水試料を採取し、玄米、井戸水に関しては現在分析中である。

④研究題目3の研究のねらい（参考）

バングラデシュの排水設備がない圃場でも利用可能なコメ中無機Asを低減する水管理を開発・普及することを目的とする。

⑤研究題目3の研究実施方法（参考）

バングラデシュのコメ品種を現地の圃場で栽培し、収量やコメ中のヒ素濃度を測定することにより、現地に適した水管理手法を開発し、マニュアル等の作成により普及を図る。

II. 今後のプロジェクトの進め方、およびプロジェクト／上位目標達成の見通し（公開）

・今後のプロジェクトの進め方および留意点

今年度実施したベースライン調査にて、Faridpurのヒ素濃度が想定より低いことが明らかとなった。そこで、2023年5月にFaridpurの別の圃場、Sonargaon、Jhenaidahを訪問し、圃場や農家の貯蔵庫よりコメを集めたり、灌漑に利用している井戸水を採取した。これらの分析の結果は2023年度の乾季作前に出る予定であり、この結果をもとにヒ素汚染圃場を選ぶ予定である。

・プロジェクト目標達成の見通し

育種に関しては現地での材料作りに問題があったこともあり、少し遅れがあるが、今年度は日本側にも同じセットが揃ったことから、こちらでも進めていく予定である。それ以外は順調に変異株が取得できており、予定通り進むものと思われる。

水管理については、想定通り、ヒ素を低減することができた。また、予備的な結果であるが収量も少し増えており、良い結果が得られている。

・上位目標に向けての貢献や成果の社会的なインパクトの見通し

関係機関を表敬訪問した。IV. 社会実装に向けた取り組みを参照。

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）

・プロジェクト全体の現状と課題

バングラ側でおこなっている圃場試験において、バングラデシュ側と意思疎通がうまくいかず、一部予定通りに行かなかった点があった。これは相手国側研究者を通して、フィールドワーカーへの指示が伝わっていなかったことによる。次年度は、工程表を作成し、フィールドワーカーにスマートフォンを携帯させ工程ごとに写真を撮りクラウドに自動的にアップロードされるシステムを構築し、逐次日本側およびバングラ側が予定を確認すること、現地に着任した業務調整員がフォローすることなどにより解決する予定である。

・諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航

バングラデシュ側予算・免税措置に必要なTAPP承認の遅れが最も大きな問題であり、イスラム教授、

業務調整員、JICA バングラと協力しつつ進めて行く必要がある。なお、TAPP が承認されたとしても、それ通りに予算措置が行われる保証はなく、また、予算措置の時期についても全く見通しが立たない、との情報を得ており、バングラデシュ側の研究を支援する何らかの手段が必要である。詳細は非公開資料に記載した。

IV. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

- ・BAU でのセミナーを行い、BAU の学生や BINA の研究者にプロジェクトで実装する予定の技術について紹介した。
- ・DAE、BARC への表敬訪問を行った。詳細は非公開資料を参照。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

なし

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)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～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。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～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。)
2022	Prashant Kandwal, Toru Fujiwara, Takehiro Kamiya, "OsVIT2 Mutation Increases Fe and Zn of Grain Without Compromising the Growth in Paddy Field", Frontiers in Plant Science, 2022, 22, vol. 13868661, pp.1-8	https://doi.org/10.3389/fpls.2022.868661	国際誌	accepted	

論文数 1 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 1 件
 公開すべきでない論文 0 件

③ その他の著作物(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)

年度	著者名, 論文名, 掲載誌名, 出版年, 巻数, 号数, はじめ～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
2022	Aung MST, Masuda HT*, Hattori H. (2023). Book Chapter IV. Nicotianamine enhances zinc transport to seeds for biofortification. In: Swamy M, Trijatmiko KR, Macovei A. (eds) "Zinc Biofortification in Rice through Genetic Engineering and Genome Editing" ELSEVIER, in press.		書籍	in press	出版は2023年7月を予定 ISBN: 9780323854061

著作物数 1 件
 公開すべきでない著作物 0 件

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
2022	TDRセンサー、ロガーへの接続、圃場への設置についてBAUで講習した内容についてマニュアルを作成した。教員2名、学生3名が参加。	TDRセンサーの設置、ロガーへの接続についてのマニュアル(英文)	文章、画像、動画(リンク)を用いて作成
2022	TDRセンサー、ロガーへの接続、圃場への設置についてBAUで講習した内容についてマニュアルを作成した。教員2名、学生3名が参加。	Ehセンサーの設置、ロガーへの接続についてのマニュアル(英文)	文章、画像、動画(リンク)を用いて作成
2022	TDRセンサー、ロガーへの接続、圃場への設置についてBAUで講習した内容についてマニュアルを作成した。教員2名、学生3名が参加。	水位計の設置、補正についてのマニュアル(英文)	文章、画像、動画(リンク)を用いて作成

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)

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
			招待講演 0 件
			口頭発表 0 件
			ポスター発表 0 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

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
2022	国際学会	Hiroshi Masuda (秋田県立大学)、Iron Excess Response and Tolerance Mechanisms in Rice, 19th International Symposium on Rice Functional Genomics, Phuket, Thailand, 2022年11月6日	招待講演
2022	国際学会	May Sann Aung (秋田県立大学)、Exploration of iron excess-responsive novel cis-regulatory elements in rice and simulation of promoter structures by a bioinformatics approach, IPNC 国際植物栄養学会議, Iguassu Fall, ブラジル, 2022年9月24日	口頭発表
2022	国際学会	May Sann Aung (秋田県立大学)、Iron excess-responsive novel cis-regulatory elements and promoter structures in rice explored by bioinformatics approach, Phuket, Thailand, 2022年11月4日-6日	ポスター発表
2022	国内学会	May Sann Aung (秋田県立大学)、The role of vacuolar phosphate efflux transporter OsVPE2 in response to iron excess in rice, 東京, 2022年9月13日-15日	ポスター発表
			招待講演 1 件
			口頭発表 1 件
			ポスター発表 2 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

	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	登録番号 (未登録は空欄)	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	関連する外国出願
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

② 外国出願

	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	登録番号 (未登録は空欄)	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
No.1													
No.2													
No.3													

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

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

0 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

0 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
2022	9月2日	DAEを訪問	バングラデシュ	3名		種子の普及について意見交換を行なった
2022	12月6日	コメのヒ素を低減する水管理方法、コメの biofortification についてのセミナー (BAU)	バングラデシュ	59名	公開	水管理(中村)、biofortification(増田)についてBAUにてセミナーを行なった。BAUの教員、学生、BINAより研究者が参加した。
2022	12月8日	BARCを表敬訪問	バングラデシュ	7名		プロジェクトの紹介を行なった。
2022	12月8日	BARCを表敬訪問(上とは別部署)	バングラデシュ	6名		プロジェクトの紹介を行なった。
2022	12月22日	第13回熱帯バイオマスフラッグシップシンポジウム	日本(オンライン)	50名以上	公開	プロジェクトの紹介を行なった。
2023	3月1日	Dr. Mirza Mofazzal Islam (BINA, Director General) を表敬訪問	バングラデシュ	20名		プロジェクトの紹介、及び協力への謝辞を行なった。
2023	3月4日	Dr. Lutful Hassan (BAU, Vice-chancellor) を表敬訪問	バングラデシュ	7名		プロジェクトの紹介、及び協力への謝辞を行なった。

7 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

0 件

成果目標シート

研究課題名	稲の安全性と高栄養価に貢献する育種および水管理技術の開発
研究代表者名 (所属機関)	神谷岳洋(東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授)
研究期間	R3採択(令和3年6月1日~令和9年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	バングラデシュ/バングラデシュ農業大学、バングラデシュ稲研究所、バングラデシュ人民共和国農業省、バングラデシュ原子力農業研究所、Lal Teer Seed Limited
関連するSDGs	目標 2. 飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する 目標 3. あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 栽培法、育種技術・材料の他国への普及による国際社会におけるプレゼンスの向上 成果の国内へのフィードバックによる国内稲の栄養価向上と国民の健康増進
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 育種、栽培技術の向上 作物の栄養価を改良する新規遺伝子の発見
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> バングラデシュ在来稲のミネラル栄養価、重金属濃度に関する情報と遺伝的情報の獲得 DNAマーカーの作成 栄養価を改良した有望系統の育種
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍できる広い視野をもった若手研究者の育成(途上国との協力と連携、国際共同研究の経験、学会発表、論文発表など研究業績の蓄積)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> バングラデシュの大学、研究所、政府機関、種苗会社との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)	<ul style="list-style-type: none"> 安全性、高栄養価に資する新規DNAマーカーの作成 バングラディッシュ稲の元素濃度データ バングラデシュ稲の形質転換マニュアル 稲の元素動態機構に関する論文 栽培管理に関する論文

上位目標

稲の育種及び水管理によりバングラデシュにおいて安全性及び栄養価の高い食糧生産の促進

有望系統及びDNAマーカー育種により得られた新品種候補の品種登録出願
コメ中ヒ素の蓄積を低減する栽培手法のモデルサイト以外への普及

プロジェクト目標

安全性と栄養価向上に貢献する稲の育成及びコメ中ヒ素を低減させる栽培方法にかかる技術の確立

・有望系統の確立、普及(BRRI, BINA, 民間種苗会社への配布)
・DNAマーカーの確立、普及(バングラデシュで栽培されている主要な品種へ導入し、マーカー育種を開始)

有望系統、DNAマーカーの作成 (カドミウム、鉄、亜鉛)

圃場における栽培と形質評価による有望系統の選抜

各元素の玄米への蓄積に関する遺伝子の同定と輸送機構の解明

変異原処理した稲のスクリーニングによる変異株の単離と原因遺伝子の同定および機能解析(2,000系統のスクリーニング)

QTLマッピングによる遺伝子の同定と機能解析(鉄、亜鉛、ヒ素の蓄積に関する遺伝子各1つ以上)

既知遺伝子の機能破壊による優良系統の単離。破壊する遺伝子の種類: ヒ素、カドミウム、亜鉛、鉄、それぞれ1遺伝子。2,000系統をスクリーニングし、当該遺伝子の破壊株を取得。

PCRまたは次世代シーケンシングによるスクリーニング法の確立。マニュアルを作成。

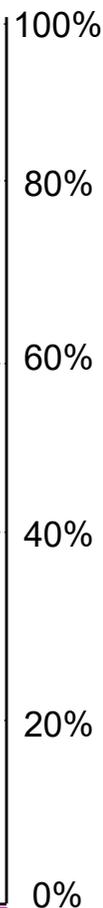
政府関係者、研究者への技術のデモンストレーション、栽培方法の農家への普及

栽培マニュアルの作成

ヒ素汚染地域3箇所の圃場における試験栽培(ヒ素を40%削減)

バングラデシュにおける低カドミウム、低ヒ素栽培技術の確立

ヒ素汚染に関するベースライン調査の実施



<新規遺伝子の同定と利用> <既知の遺伝子を利用>

育種

栽培管理