

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「肥沃度センシング技術と養分欠乏耐性システムの開発を統合した
アフリカ稲作における養分利用効率の飛躍的向上」

採択年度：2016年（平成28年）/研究期間：5年/相手国名：マダガスカル

令和3（2021）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

2017年5月16日から2022年9月30日まで

JST側研究期間^{*2}

2016年6月1日から2022年9月30日まで

（正式契約移行日 2017年4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：辻本 泰弘

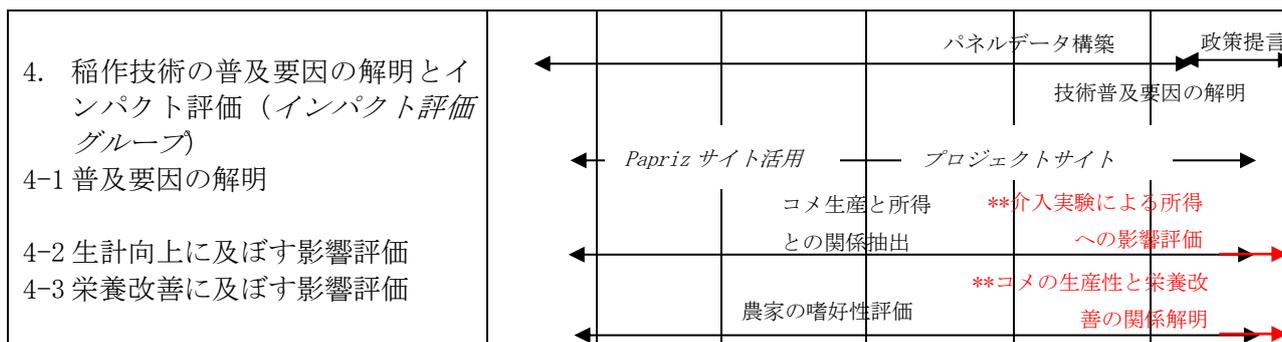
国際農林水産業研究センター生産環境・畜産領域・プロジェクトリーダー

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	2016年度 (10ヶ月)	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度 (18ヶ月)
1. 圃場養分特性の簡易評価法の開発と分布域の把握 (養分特性評価グループ)						
1-1 土壌炭素量 (SOC) の簡易評価法開発と分布域把握			*SOC 簡易評価法の開発と分布図の作成			
1-2 養分欠乏 (P, S, Si) の評価法開発と分布域把握					*養分欠乏分布情報の作成	
1-3 圃場養分特性の簡易評価技術の開発	土壌評価法と分光反射特性の抽出			養分特性の簡易評価技術の確立		
			技術マニュアル作成とワークショップ開催			
2. 養分の吸収利用に優れた育種素材の開発 (育種素材開発グループ)						
2-1 新規のQTLおよびDNAマーカー作出				QTL 導入・集積系統の作出		
2-2 QTL導入・集積系統の作出、圃場評価、および品種候補の選定				新規 QTL、DNA マーカーの作出		品種登録候補
2-3 養分利用効率に関する候補遺伝子の特定と機能解明						候補遺伝子の特定 機能解明
3. 施肥と育種素材を統合した養分利用に優れた局所管理技術の開発 (栽培技術開発グループ)						
3-1 肥料資材の施用効果の解明		肥料資材データベース		施肥効果の短中期予測		継続
3-2 養分欠乏に応じた施肥技術の開発		養分欠乏に応じた施肥技術開発			実証試験	
3-3 遺伝型と施肥技術の相互作用解明				G×E×Mの相互作用解析		品種を含む局所管理技術の提案



(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)

COVID-19 によるマダガスカル国内の移動制限や日本側研究者の渡航制限の影響から、上述の赤字で示した課題について、活動期間を延長することとした。合わせて、プロジェクト期間を 2022 年 9 月 30 日まで約 4 か月延長することに双方合意し、第 5 回 JCC で R/D 変更文書に署名した。

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

2021 年 10 月 12 日に第 5 回 JCC を開催して、PDM と PO に沿ってプロジェクトが順調に進捗していること、また、日本側の研究者が渡航できない状況が続いても、マダガスカル側の主導で現地活動を推進できることが双方で確認された。同会議では、国立栄養局 (ONN) 局長、農業畜産省種子管理委員会 (SOC) 局長、同省地方局長、JICA の稲作技術普及プロジェクト Papriz 代表、同技プロ PASAN 代表、農業畜産省政策アドバイザー (JICA 専門家) らが、本プロジェクトで得られた成果を社会実装に繋げるための具体的な協力体制を説明した。また、農業畜産省事務次官が、プロジェクトの成果は国家目標であるコメの自給達成に貢献するものであり、小規模農家への速やかな普及が期待できること、懸案事項である一部研究者の雇用確保に努めることに言及した (図 0-1)。



図 0-1. 左：第 5 回 JCC 会議でメディア取材に対応する関係者 (左から辻本研究代表、FOFIFA 研究部長、農業畜産省農業総局長) および右：会場の様子 (農業畜産省公式 Facebook より転載)。

各研究題目の成果達成状況の詳細は後述の通りであるが、全体として特筆すべき成果およびインパクトとして以下の点が挙げられる。

研究題目 2 で開発を進めてきた「養分欠乏環境でも生産性に優れたイネ系統」について、種子管理委

員会（SOC）の指導による生産力試験と食味試験を経て、2021年11月4日に、マダガスカルの水稲新品種として2品種（FyVary32とFyVary85）を正式にリリースした。3作期18地点の生産力試験の平均値において、同国の主力品種であるX265に比べて、FyVary32は12%高い収量性と4日短い到穂日数、FyVary85は20%高い収量性と5日長い到穂日数をもつことが実証された。同成果は、プロジェクトの目標値の一つである「2系統以上の品種登録候補の選定」のみならず、PDMの上位目標として掲げた「Developed breeding materials are officially released as varieties in Madagascar」を大幅に前倒しして達成するものである。また、水稲新品種のリリースは国内外のメディアに取り上げられ、2022年5月にマダガスカル大統領にもその成果を紹介する機会を得た。

研究題目3で開発したリン浸漬処理技術について、2020年～2021年の作期に、対象地域にみられる多様な栽培環境および栽培管理条件を網羅した312点の農家圃場でのパイロット実験を行った。その結果、同技術の効果は、冷涼（高標高）で収量性の低い圃場環境で特に高く、農家の任意の品種・栽培管理条件においても、リン浸漬処理を施すことで、無施肥に対して0.8t/ha、表層施肥に対して0.4t/ha、収量が有意に増加することが実証された。リン浸漬処理によるリン1kgあたりの平均収量は79kgであり、通常の表層施肥に比べて約2倍の極めて高い施肥効率を実現できることが分かった。うち、210農家への聞き取り調査から、90%以上の農家が、肥料が入手できれば同技術を継続したいと考えていることが確認された。これは、研究題目3の評価指標「Fertilizer management practices that improves nutrient use efficiency by 20% are developed」やプロジェクト目標の1つ目の評価指標「Developed breeding materials and fertilizer management practices based on field nutrient characteristics are appreciated by 50% of rice farmers that participate in adoption trials in the target area.」に対応する内容である。

さらに、民間肥料会社Agrivetと共同でリン浸漬処理技術のマニュアルおよび同技術用の少量肥料パッケージ（3kgの重過リン酸石灰）を作成した。2021年～2022年の作期には、農業畜産省とJICA技プロPaprizの協力を得て、同技術をマダガスカル中央高地5県の普及員に指導し、普及員を通して約3,500戸の農家に普及させた。これは、昨年度追加したプロジェクト目標の4つ目の評価指標「Developed fertilizer management practice(s) are tested >500 farmers' fields, and the factors of farmers' adoption and effect under farmers' management practices are identified」や上位目標のもう一つの指標「Developed breeding materials and/or fertilizer management practices are used by 500 or more farmers in the target area」に対応する成果といえる。

研究題目1では、過年度までに得られた土壌評価技術のマニュアルを作成、LRIのWebサイトに公開するとともに、農村集落でのデモンストレーションと農業普及員や研究機関の技官を対象としたワークショップを開催し、受益者への技術伝達を進めた。研究題目4においても、600家計のパネルデータから得られた農業生産と所得および栄養に関する知見を政策提言案としてとりまとめ、第5回JCCで政府およびJICA技プロ等の関係者に共有した。一部の政策提言案については、JICA技プロPASAN「食と栄養改善プロジェクト」の活動に反映させることができた。これらの活動は、各研究題目の目標値に対応するとともに、新品種カタログやリン浸漬処理技術マニュアルの作成と合わせて、プロジェクト目標の2つ目の評価指標「User manuals of developed techniques and recommendation for the extension policies are compiled」に対応する成果といえる。

2022年5月31日時点で、マダガスカル側の筆頭著書12報を含む38報の査読付き原著論文を公表し、プロジェクト目標の3つ目の評価指標「Over 25 research articles including 5 top-authored ones by the

Malagasy researchers related to the project outputs are published」についても数値を大幅に更新して達成することができている。

一方で、土壌養分（炭素とリン）評価図の作成やイネの養分利用効率向上に寄与する2つ以上の候補遺伝子の機能解明など、必ずしも成果達成に到達していない項目が残っており、これらの未達課題については延長期間に継続して取り組むこととした。以上、個別課題では未達項目が残るものの、PDMでプロジェクト目標値とした4つすべての指標を達成し、さらに、政府機関、JICA 技プロ、民間肥料会社との連携により、リン浸漬処理技術の普及や水稻新品種のリリースなど上位目標に掲げた2つの指標に対応し、養分欠乏環境でのイネ生産性向上のインパクトに繋がる活動を展開した。加えて、本プロジェクトで得た成果をもとに国際農研の交付金プロジェクトやその他の競争的資金など新たな予算的基盤をある程度確保できた点は、プロジェクト終了後のマダガスカルでの持続的な国際共同研究体制を継続強化する上で特記すべき成果と考える。

・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）

全体計画に対して変更なし。

・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）

全体計画に対して変更なし。

・研究運営体制

2021年9月の閣僚再編にともない、マダガスカル農業畜産水産大臣、同省事務次官、同省農業総局長（相手国研究代表）らが交代した。しかし、同省の中で本プロジェクトの重要性が十分に認識、引継ぎされており、研究運営体制に混乱は生じなかった。また、研究代表の辻本が、農業畜産大臣や事務次官と速やかに面会して、本プロジェクトの概要説明と継続支援依頼を行った。

第5回JCCで、最終年次の研究実施体制を表0-1の通り確認した。当初の計画通り、各自のエフォート・活動は最終取りまとめに向けて減少させているものの、マダガスカル側と日本側ともに、すべての課題で過年度からの研究者が継続して、研究活動を実施することができた。加えて、リン浸漬処理の技術展開においては、農業畜産省から県農業局の車両、運転手、普及員、保管施設など新たに多くの人員・設備が提供され、広域での普及活動を実現した。

表 0-1 プロジェクト5年次の双方の実施体制：参画者数とエフォート数

	日本		マダガスカル	
	人数 (エフォート)	若手研究者数	人数 (エフォート)	若手研究者数
研究題目 1	3 (0.5)	2	7 (3.0)	3
研究題目 2	6 (1.4)	0	6 (4.1)	5
研究題目 3	3 (0.8)	0	9 (4.8)	5
研究題目 4	7 (3.1)	1	13 (3.4)	3
計	19 (5.8)	3	35 (15.3)	16

大学院生を含む。マダガスカル側の農業畜産水産省 MAEP と国立栄養局 ONN の行政担当者は除いた。

・日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)等

参画する日本側の若手研究者のうち、西垣研究員は、研究題目1で得られた成果の技術マニュアル作成やワークショップ開催を主導するなど、自身の研究課題のみならず、相手国の研究者や受益者を統括した国際共同研究推進の中心的役割を担いつつある。研究題目4に参画する東京大学博士課程の尾崎は、「社会構想をマネジメントするグローバルリーダー養成プログラム」に継続して採択され、本プロジェクトで得た成果を学位論文「開発途上国農家による稲作技術採用行動に関する実証研究：マダガスカル中央高地を事例として」にとりまとめ、2022年3月に博士号を取得した。本学位論文では、水田稲作農家による陸稲採用要因とその効果、水田と陸稲圃場での施肥効果および収益性の違い、および水田における化学肥料の効率利用のための情報提供の有用性を明らかにし、その内容は2本の原著論文と1本の国際学会に公表されている。さらに、尾崎氏は、本プロジェクトで得た農業経済の専門性や途上国の農村地域を対象に研究を推進できる能力が高く評価され、2022年4月に、国際農研の若手育成型任期付研究員として採用された。

研究代表者の辻本は、本プロジェクトでのリン浸漬処理技術の開発や普及に関する成果が高く評価され、第20回日本農学進歩賞を受賞した。また、当該分野で著名な国際誌 *Field Crops Research* に、「Phosphorus management strategies to increase lowland rice yields in sub-Saharan Africa: A review」の招待レビューを公表した。2019年度に *Plant Production Science* 誌に公表した招待レビュー論文「Challenges and opportunities for improving N use efficiency for rice production in sub-Saharan Africa」(同雑誌の論文賞受賞)と合わせて、サブサハラアフリカでのイネ生産性向上に関する研究をリードする研究者として認知されつつある。若手研究者ではないものの、研究題目3に特別研究員として参画していたアウンゾーウーは、本プロジェクトでの業績が高く評価され、2021年4月に国際農研の主任研究員として採用され、本プロジェクトを含む途上国地域の農学的課題に取り組む研究者として活躍の場を広げた。

・人的交流の構築(留学生、研修等)

2020年3月から停止していた現地渡航を2021年9月に再開した(2022年1月～3月は再度停止)。以降、2022年5月31日時点まで、日本側研究者が計15回464日渡航し、現地での共同研究活動を実施できた点は、プロジェクトの取りまとめに向け、相手国との意思疎通を図る上で重要な役割を果たした。短期招へいについても、2022年7月以降に再開し、4名のマダガスカル研究者を国際農研に受け入れる準備を進めている。また、FOFIFAの研究員2名が、令和3年度JICA課題別研修(集団)「アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成」に採択され、オンラインで研修を受けた。

一昨年度のSATREPS推薦枠の国費留学生制度およびJICA開発大学院連携Agri-Netプログラムに採択された3名の研究者についても、日本への渡航が順次実現し、それぞれ東京大学、名古屋大学、東京農工大学での博士号取得に向けた研究に従事している。また、研究題目1および3に参画する3名の博士課程学生が、本プロジェクトで得た成果を学位論文に取りまとめ、2021年7月、9月、12月に開催した学位論文公聴会等の審査を経て、アンタナナリボ大学から博士号が授与された。うち、1名は、2022年5月にIITA(国際熱帯農業研究所)のInternational Recruited Staffとして採用された。その他、研究題目2、4に参画する5名の研究者が、博士号取得に向けた研究を継続している。以上、COVID-19の影響が残るものの、相手国若手人材の育成を含めた活発な人的交流が戻りつつある。

(2) 研究題目 1：養分特性評価グループ（リーダー：森塚直樹）

1-1. 土壌炭素量（SOC）の簡易評価法開発と分布域把握

LRI と国際農研は、Behenjy と Antohobe の 2 つのプロジェクトサイトを対象として、過年度までのモデルに線形混合モデルと機械学習（ランダムフォレスト）を組み込むことで、筆レベルでの土壌炭素量の推定精度を向上させた ($R^2=0.32$)。一方で、収集した地形情報や定性的な栽培管理情報のみでは、土壌炭素量の空間分布の推定精度をこれ以上改善することが難しいと判断されたため、過年度に開発した分光スペクトル情報に基づく土壌炭素量の推定法 (Kawamura et al., 2017) から得られた多点情報を空間内挿することによって、空間分布図に拡張する代替アプローチを並行して進めた。

1-2. 養分欠乏の評価法開発と分布域把握

課題 1-1 と同様に、LRI と国際農研は、線形混合モデルと機械学習を組み込むことで、圃場のリン欠乏程度の指標となる土壌シュウ酸塩抽出リン含量の空間変動を地形条件や栽培管理条件から推定するモデルの改良を進めた。しかし、土壌のリン欠乏程度の空間分布を説明する精度 ($R^2 = 0.05$) は極めて低く、これ以上の精度向上は望めない、すなわち、リン欠乏程度の空間変動は地形条件や栽培管理条件以外の要因が大きいことが確認された。課題 1-1 と同様の代替案として、過年度までに開発した分光スペクトル情報に基づく土壌中シュウ酸塩抽出リン含量の推定法 (Kawamura et al., 2019, Remote sensing 11: 506; Kawamura et al., 2021, Remote sensing 13: 1519) によって、空間分布図に拡張する作業を進めた。

1-3. 圃場養分特性の簡易評価技術の開発

多点圃場での試験結果をもとに、土壌のリン吸着能が高いほどリン施肥に対するイネの増収量が低下し (図 1-1)、土壌のリン吸着能は、風乾した土壌の含水比で簡易推定 ($R^2=0.41$) できるという成果を当該分野で高い IF=6.114 をもつ国際誌に取りまとめた (Nishigaki et al., 2021, Geoderma)。さらに、自然風乾させた場合に土壌の含水比が気温や湿度の影響を受けやすいという問題点に対して、飽和塩溶液を入れた密閉容器内で約 1 週間土壌を静置することで、気温や湿度に関わらず、安定した乾燥状態 (含水比データ) が得られることを見出した。対象地域に分布する農家圃場 308 地点で採取した表層土壌を対象に、飽和塩溶液を用いた改良手法を試行したところ、リン吸着能が 10.1%~96.1% の範囲にある多様な土壌に対して、土壌のリン吸着能を極めて高い精度 ($R^2 = 0.87$) で推定できることが分かった。

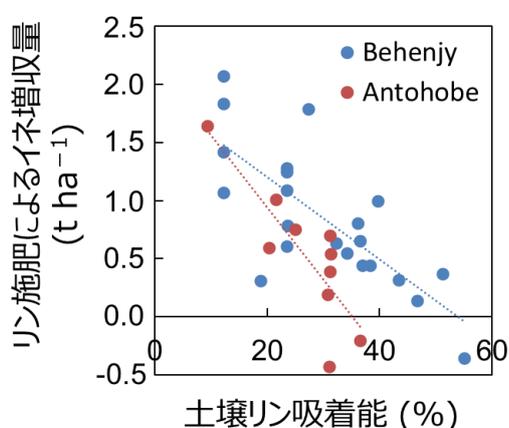
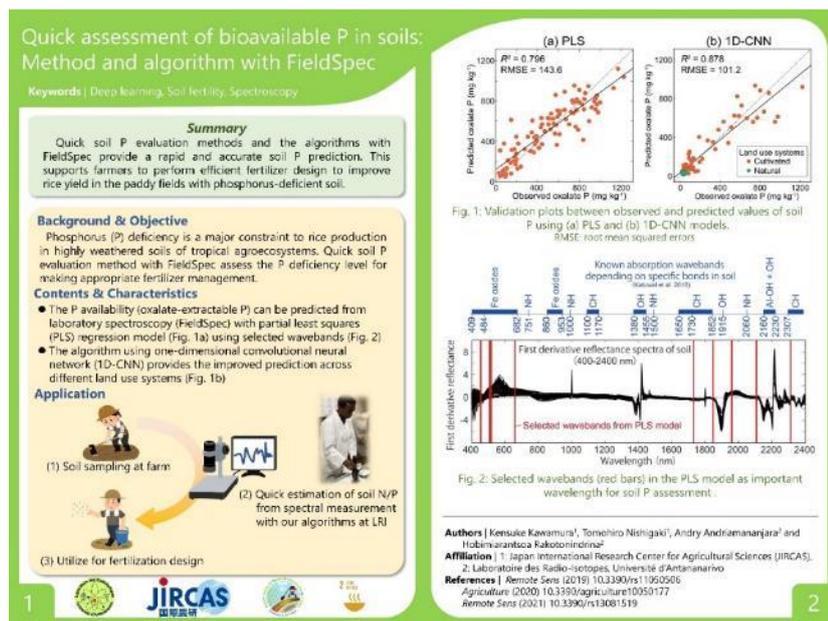


図 1-1. 土壌のリン吸着能とリン施肥に対する水稻増収量（リン施用区と非施用区との差分）との関係

LRI は、過年度に得られた携帯型の色彩計および帯磁率計を用いた土壌評価手法の知見 (Moritsuka et al., 2021, Geoderma; Moritsuka et al., 2019, Soil Sci. Plan Nutr.) を応用し、これらの計器での測定値を組み合わせることで、土壌の炭素量、全窒素量、および土性をより高い精度で簡易推定できることを明らかにした (Rakotonindrina et al., under review)。この手法は、安価で汎用性の高い携帯機器を活用しているため、分光スペクトル法より精度は劣るものの、土壌特性の多地点測定を現場で迅速かつ簡便に行える可能性がある。また、高知大学は、帯磁率計を用いた土壌特性評価の現場での応用に向けて、測定値の空間変動の時間的安定性を評価した。14筆の水田を123区画に区分し、区画内の5か所で地面の帯磁率を定期的に計3回測定した。なお2回目と3回目の測定では区画内の測定で外れ値が発生した場合、再測定を行った。その結果、1回目の測定値には空間依存性が全く見られず、2回目と3回目の測定値には強い空間依存性が見られた。したがって現場での帯磁率測定値を空間依存性に基づいてマッピングするには、現場で外れ値の有無を評価し、再測定することが重要であることが明らかとなった。

過年度までに得られた土壌評価技術について、課題担当者で協議し、実用性や信頼精度が十分に高いと考えられた①分光放射計を用いた土壌のリン供給力 (シュウ酸塩抽出リン含量) の評価法、②風乾土壌の水分含量からリン吸着能と水稻のリン施肥応答を推定する手法、③簡易土色計による土壌の有機物量簡易推定法の3つの評価手法について、テクニカルマニュアルを作成し、LRIのWebサイトに公開した (図1-2)。 <https://www.laboradioisotopes.mg/actualites/estimation-de-la-reponse-du-riz-lapplication-de-lengrais-phosphate-en-utilisant-la>

さらに、同マニュアルを用いて、受益者である農業技術普及員や農業研究機関の技官らを対象としたワークショップを開催した。ワークショップには、対象県の農業普及員17名、FOFIFAの技官2名、農民代表など計28名が参加した (図1-3)。ワークショップでの座学、実演ともに、参加者から活発に質問が投げかけられ、参加者らの各技術に対する高い関心と技術習得に対する積極的な姿勢が感じられた。また、農家の直接利用も想定した②の手法については、農村集落でのデモンストレーションも実施し、得られた質疑をもとにマニュアルを改訂した。



Estimation of rice response to P fertilizer application using soil P retention capacity

Keywords | Soil diagnosis, Fertilizer management

Summary
Rice response to P fertilizer application can be estimated by soil P retention capacity. This enables farmers to apply fertilizer efficiently as following the estimated rice response to P fertilizer based on soil P retention capacity.

Background & Objective
Farmers can efficiently apply fertilizer if they can know the response of rice to fertilizer application beforehand. Here, the relationship between rice growth and soil characteristic is presented. Further, a simple soil test to estimate P retention is proposed.

Contents & Characteristics

- The increase of P uptake and grain yield of rice in response to P-fertilizer application negatively correlated with soil P retention (Figure 1).
- Soil P retention can be easily estimated by the moisture content of air-dried soils (Figure 2).

Application

1 2

Supporting Data

Figure 1. Relationship between soil P retention and the increase of P uptake (left) and grain yield (right) of rice plants in response to P fertilizer application.

Figure 2. Relationship between moisture content of air-dried soil and soil P retention capacity.

Authors | Nishigaki, T.¹, Tsujimoto, Y.¹, Andriananajara, A.², Rakoton, T.²
Affiliation | ¹Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan; ²Laboratoire des Radio-Isotopes, Université d'Antananarivo, Madagascar
References | Nishigaki et al. (2021) *Geoderma* DOI: 10.1016/j.geoderma.2021.115326

1 2

Estimating soil organic matter content by visual assessment of soil color

Keywords | Munsell soil color chart, Soil organic matter

Summary
Rice soils in Madagascar are diverse in color, reflecting organic matter and iron mineralogy. Visual observation of soil color can be useful for roughly estimating soil organic matter content.

Background & Objective
Soil organic matter plays a key role for enhancing soil productivity. Soil color originates mainly from organic matter, iron mineralogy and moisture content. Here, a visual assessment method for estimating soil organic matter content from soil color is presented.

Contents & Characteristics

- Lowland and upland rice soils in Madagascar have a wide range of color (Figure 1), reflecting organic matter and iron mineralogy.
- Soil total carbon content can be roughly estimated from the product of Munsell value and Munsell chroma (Figure 2).

Figure 1. Air-dried, 2-mm sieved soils from rice fields in Madagascar. Yellow framed samples show upland rice soils.

Figure 2. Visual assessment of soil total carbon content using a Munsell soil color chart (tested samples are depicted in Figure 1).

Authors | Naoki Moritsuka¹, Kensuke Kawamura², Yasuhiro Tsujimoto¹, Michel Rabearison¹, Andry Andriananajara¹, Tovohery Rakoton¹
Affiliation | ¹Kochi University, Japan; ²Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan; ³Laboratory of Radioisotopes, University of Antananarivo, Madagascar
References | Moritsuka et al. (2019) *Soil Science and Plant Nutrition* DOI: 10.1080/00380768.2019.1676624

1 2

Figure 2. Visual assessment of soil total carbon content using a Munsell soil color chart (tested samples are depicted in Figure 1).

Authors | Naoki Moritsuka¹, Kensuke Kawamura², Yasuhiro Tsujimoto¹, Michel Rabearison¹, Andry Andriananajara¹, Tovohery Rakoton¹
Affiliation | ¹Kochi University, Japan; ²Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan; ³Laboratory of Radioisotopes, University of Antananarivo, Madagascar
References | Moritsuka et al. (2019) *Soil Science and Plant Nutrition* DOI: 10.1080/00380768.2019.1676624

1 2

図 1-2. 土壌特性評価手法のテクニカルマニュアル：上から、①分光放射計を用いた土壌のリン供給力（シュウ酸塩抽出リン含量）の評価法、②風乾土壌の水分含量からリン吸着能と水稻のリン施肥応答を推定する手法、③簡易土色計による土壌の有機物量簡易推定法



図 1-3. ワークショップ参加者の集合写真（左）と評価手法の実演の様子（右）

②研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

土壌の分光スペクトル情報からシュウ酸塩抽出リン含量（リン欠乏程度）を推定する包括的な深層学習モデルについて、LRI に導入した大型計算器で稼働する方法を指導した。LRI は、同モデルと計算機を用いて、771 点の水田土壌を解析した。得られた推定値は、研究題目 4 における土壌養分情報の提供が農家の施肥行動や水稲収量に影響を及ぼすかを検証する社会実験に活用された。

2021 年 12 月と 2022 年 5 月の現地出張時に、LRI のカウンターパートに対して、飽和食塩水を用いて湿度を制御した状態で土壌を乾燥させる手法について、日本で得た乾燥土壌の含水比の分析データをもとに知見を共有し、その測定方法を指導し技術移転を行った。

LRI の博士課程学生（Ms. Hobimiarantsoa Rakotonindrina）が、マダガスカルにおける土壌の分光スペクトル計測データから圃場のリン欠乏程度と全窒素・炭素（TN、TC）を高精度推定する迅速評価法の開発、土壌の炭素量とシュウ酸塩抽出リン含量の空間変動要因の解明を主たる内容とした研究を学位論文「Détermination des propriétés des sols malgaches par l'utilisation de méthodes innovantes et non destructives（先端的な非破壊手法に基づくマダガスカル土壌養分特性の把握）」に取りまとめ、2021 年 7 月の公聴会を経て、アンタナナリボ大学から博士号（農学）が授与された（図 1-4）。学位公聴会には、国際農研の川村が審査員の一人として、辻本がオブザーバーとして参加した。



図 1-4. 学位審査会のオンライン画面（左）と学位審査会後の集合写真（右：右から 3 人目が学位を取得した Rakotonindrina 氏）

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

本研究題目で得られた土壌の養分特性がイネ生産に及ぼす影響に関する知見や LRI との共同研究体制を強みとして、マダガスカル北西部での森林保全とイネ生産の両立を目指す新たな研究課題を京都大学のグループと派生させ、2022 年度科研費基盤研究 B および 2022 年日本国際賞平成記念研究助成を獲得した。

④研究題目1の研究のねらい（参考）

窒素、リン、硫黄、ケイ素などの養分欠乏を把握するための評価法を選定し、これらの養分欠乏リスクが高い圃場条件および分布域を提示することで、圃場の養分特性に応じた効果的な施肥技術と品種選択のための基盤とする。

⑤研究題目1の研究実施方法（参考）

土壌の外観特性および分光放射計で計測した分光反射特性との関係を解析し、土壌の窒素供給力と

密接に関連する土壌炭素量 (SOC) の簡易推定モデルを開発する。同モデルを用いた多点分析データと、農家への聞き取りおよび無人航空機 (UAV) から抽出する圃場の作付体系、施肥履歴、生産性、水分動態、地形条件などの圃場特性との関係を解析することで、SOC の圃場間変動要因を明らかにし、プロジェクトサイトにおける圃場毎の SOC 分布情報を作成する。さらに、リンや硫黄などが欠乏する圃場の土壌評価法やイネ群落の分光反射特性を抽出し、その圃場間変動要因と分布を明らかにする。本課題で得られた評価法と分布域の作成手順についてマニュアルを作成し、JICA 技プロ PaprizII と連携したワークショップを開催するなど、開発技術の伝達と広域適応性の評価を行う。

(3) 研究題目 2：育種素材開発グループ（リーダー：マティアス・ビスバ）

①研究題目 2 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

2-1. 新規のQTLおよびDNAマーカー作出

養分欠乏圃場での収量性に関わる新規の QTL (*qLFT5* と *qLFT11*) を検出するための DNA マーカーを設計した。ハイスループットな KASP マーカーについて、国際農研のラボでその有効性を確認した。一方で、同 KASP マーカーは qPCR などの高額機器と高価な分析試薬を必要とするため、PCR とゲル泳動装置の比較的簡単な設備でも実施できる SNP マーカーを別途設計した。GP1103 (2 つの QTL についていずれも機能型の対立遺伝子をもつ) と X265 (いずれも非機能型) の交雑後代 (F7) 76 系統から抽出した DNA を用いて、FOFIFA の遺伝解析ラボで、SNP マーカーの有効性を確認した。また、解読済みのシーケンス情報をもとに、主たるドナー系統である DJ123 および GP1103 と X265 とを区別できる簡易の InDel マーカーも設計した。

2-2. QTL導入・集積系統の作出、圃場評価、および品種候補の選定

農業畜産省種子管理委員会 (SOC) の指導による 3 作期 18 地点での生産力試験と 4 集落 412 農家を対象とした食味試験を経て、2021 年 11 月 4 日に、マダガスカルの水稲新品種として 2 品種 (FyVary32 と FyVary85) を正式にリリースした。FyVary32 は、熱帯地域の主要な多収品種である IR64 にリン酸吸収を増大させる *Pup1* 遺伝子座 (染色体領域) を導入した異なる 2 つの準同質遺伝子系統を両親とする交雑後代から、FyVary85 は、IR64 とリン欠乏環境でも優れたリン吸収能をもつ在来インド型イネ品種 DJ123 を両親とした交雑後代から選抜、育成した。

収量レベルが 2.0~5.6 t/ha にある 3 作期 18 地点の平均値において、同国の主力品種である X265 に比べて、FyVary32 は 12%高い収量性と 4 日短い到穂日数、FyVary85 は 20%高い収量性と 5 日長い到穂日数をもつことが実証された (図 2-1)。達観による耐病害虫性、耐倒伏性、脱粒性 (X265 に比べて脱粒し易い) についても良好な評価が得られた。また、F9 世代以降、均一性の高い個体から採種した F12 世代で十分に固定が進んでいることから、形質の安定性と均一性についても十分という判断であった。食味について、外観品質、食感、香り等の項目において、X265 と同等の評価が得られた。新品種にかかる権利や取扱いについて、FyVary85 は国際農研と FOFIFA の 2 者で、FyVary32 については IRRI を含めた 3 者で、CRA の内容に準じた合意文書を交わした。水稲新品種リリースは国内外のメディアに取り上げられ、ビスバ課題リーダーが、マダガスカル農業畜産大臣に報告、2022 年 5 月には、同国大統領にも新品種の説明を行う機会を得た (図 V-1)。2022 年 2 月には、全国 23 県の SOC 種子検査官を招いたワークショップを Papriz が開催し、新品種を周知、各地での認証種子生産の協力を要請した。

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

FYVARY 32									FYVARY 85								
Nom commun	Nom botanique	Dénomination	Nature générale	Origine (code)	Obtenteur	Référence (collection FORPA)	Année d'introduction (collection)	Mainteneur	Nom commun	Nom botanique	Dénomination	Nature générale	Origine (code)	Obtenteur	Référence (collection FORPA)	Année d'introduction (collection)	Mainteneur
Riz	Oryza sativa	FYVARY32	Lignée issue de croisement	Japon	JIRCAS FORPA IRR	7254	2021	FORPA JIRCAS	Riz	Oryza sativa	FYVARY85	Lignée issue de croisement	Japon	JIRCAS FORPA	7255	2021	FORPA JIRCAS
<p>Grains de paddy</p>  <p>CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> PANICULE <ul style="list-style-type: none"> Longueur : Longue Type : Intermédiaire FEUILLE <ul style="list-style-type: none"> Angle de la feuille paniculaire : Oblique GRAIN <ul style="list-style-type: none"> Couleur du paddy : Jaune paille Couleur de l'aper : Jaune Longueur du paddy : 9,97 mm Couleur du caryopse : Blanc Longueur du caryopse : 7,02 mm Longueur du grain usiné : 6,96 mm Translucidité : Moyennement translucide <p>Grains décarotés (Riz cargo)</p>  <p>CARACTÈRES AGRONOMIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> Région de culture : Aloaha Mangoro, Boeny, Vakinankaratra Saison de culture : Saison sèche et ou pluvieuse Aptitude culturale : Lingüe Hauteur du plant : Demi-naine Rendement à l'usage : 70 % Cycle (à maturité) : 145-157 Jours Poids de 1000 grains (paddy) : 24,4 g Talage : Bon Rendement moyen : 4,3 - 5,5 t/ha <p>COMPORTEMENT VIS-A-VIS DES BIOAGRESSEURS</p> <ul style="list-style-type: none"> Résistance à la pyricularose : Résistante Résistance aux insectes : Sensible aux insectes de stockage <p>Autres traits spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> Gonflement à la cuisson : oui Gout : capricieux Écossage : facile Vapeur : résistante Inerte à la photopériode Faible attractivité au Boner Forte adaptation aux conditions de fertilité faible 									<p>Grains de paddy</p>  <p>CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> PANICULE <ul style="list-style-type: none"> Longueur : Moyenne Type : Intermédiaire FEUILLE <ul style="list-style-type: none"> Angle de la feuille paniculaire : Oblique GRAIN <ul style="list-style-type: none"> Couleur du paddy : Jaune paille Couleur de l'aper : Jaune Longueur du paddy : 8,91 mm Couleur du caryopse : Blanc Longueur du caryopse : 6,46 mm Longueur du grain usiné : 6,41 mm Translucidité : Moyennement translucide <p>Grains décarotés (Riz cargo)</p>  <p>CARACTÈRES AGRONOMIQUES</p> <ul style="list-style-type: none"> Région de culture : Aloaha Mangoro, Boeny, Vakinankaratra Saison de culture : Saison sèche et ou pluvieuse Aptitude culturale : Lingüe Hauteur du plant : Demi-naine Rendement à l'usage : 70 % Cycle (à maturité) : 157-161 Jours Poids de 1000 grains (paddy) : 26,13 g Talage : Bon Rendement moyen : 4,5 - 5,5 t/ha <p>COMPORTEMENT VIS-A-VIS DES BIOAGRESSEURS</p> <ul style="list-style-type: none"> Résistance à la pyricularose : Résistante Résistance aux insectes : Sensible aux insectes de stockage <p>Autres traits spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> Gonflement à la cuisson : oui Gout : capricieux Écossage : facile Vapeur : résistante Inerte à la photopériode Faible attractivité au Boner Forte adaptation aux conditions de fertilité faible 								

図 2-1. 水稲新品種の登録カタログ

2021年12月からの作期において、JICA 技プロ Papriz の協力を得て、4か所のサイトで原種生産が実施され、400 kg程度の原種種子を確保できる見込みである(図 2-2)。Papriz の中嶋泰則種子専門家(元愛知県農試)の指導に沿って、原種生産には、2021年乾季(6月~11月)にマダガスカル北西部マルゴアイ圃場で最も均一性の高かった40個体から採種した種子を用いた。

課題 2-1 の中で見出した新規のドナー系統 GP1103 と X265 との交雑集団について、2020-2021年の作期に F6 集団、および F7 集団を用いた個体選抜を進めた。COVID-19 の影響により現地への渡航が難しくなったことから、国際農研熱帯島嶼拠点(石垣市)のリン欠乏圃場においても並行して栽培評価を行うことで、選抜の信頼性を補完した。収量性および早生性の観点を重視して選抜された F8 集団 30 系統について、マダガスカル北西部の試験圃場で種子増殖を進めた。



図 2-2. 種子生産圃場の様子(左が FyVary32、右が FyVary85; JICA 中嶋専門家から写真提供)

増穂効果をもつ QTL である *MP3* を *IR64* に導入した準同質遺伝子系統 (*IR64-MP3*) の現地栽培試験について、1 年目は 6 環境すべての栽培地点で穂数が *IR64* よりも多く、平均して 21% の有意な増穂効果および 9% の有意な籾数増加を観察した。しかし、2 年目の栽培試験では、6 環境中 2 環境でしか、*MP3* による増穂及び増籾効果が確認できなかった。過年度のタカナリを遺伝的背景とした結果 (Takai et al., 2021, Crop Science) に比較して、*IR64* を背景とした場合の QTL の効果は、特にリモートで対応した 2 年目において明瞭ではなかった。その要因として、種子のコンタミやサンプルもしくはデータの取扱いミス等、リモートでは十分に対応しきれない問題が生じた可能性が考えられた。ただし、タカナリと *IR64* のいずれのいずれの背景においても、当該環境では、*MP3* による明瞭な増収効果は観察されなかった。そこで、現地の主力品種である *X265* を遺伝背景にした *MP3* 導入系統の育成を継続して進め、戻し交配により BC_4F_1 種子を獲得した。

Tsipala のガンマ線照射突然変異による早生化系統群については、昨年度選抜した個体の固定度を調査する目的で追実験を行い、国際農研熱帯島嶼拠点 (石垣市) での I 期栽培環境 (2 月～6 月頃) で *Tsipala* よりも 26～51 日、II 期栽培環境 (7 月～11 月頃) で 4～23 日早生となることを再確認した。

研究題目 2 の関係者間で協議し、課題 2-1、2-2 でこれまでに選抜、育成された育種素材については、国際農研と FOFIFA の双方で保管し、本プロジェクト終了後も、マダガスカルにおけるイネ育種事業の基盤的材料として、FOFIFA 単独、ないし国際農研の交付金プロジェクトやその他の外部資金課題における FOFIFA と国際農研との共同研究の枠組みにおいて、継続利用していくことを確認した (図 2-3)。



図 2-3. プロジェクト終了後の材料の取扱いや今後の連携について、FOFIFA 稲作部長および研究題目 2 の Dr. Viviane Raharinivo リーダーと協議する様子 (2022 年 5 月)

2-3. 養分利用効率に関する候補遺伝子の特定と機能解明

養分欠乏圃場での収量性に関わる新規の QTL (*qLFT5* と *qLFT11*) について、これら 2 つの QTL に座上し、かつ水耕での養分欠乏条件において根もしくは葉での遺伝子発現量が有意に変化した 30 の候補遺伝子を特定、その中で、変化量が特に多かった遺伝子について解析を進めた (図 2-4, Tanaka et al., 2022, PlosOne)。*qLFT5* については、植物の免疫応答に関わる *WRKY* 転写因子や代謝に関わるチロクロム P450、*qLFT11* については、根で発現量が増加した糖トランスポーター、免疫応答に関わる NB-ARC ドメイン、機能不明な DUF3615 などを、候補遺伝子として絞り込んだ。

CRISPR/Cas9 により作出した多穂 QTL 候補遺伝子の突然変異体のトランスクリプトーム解析に基づくシス因子解析を実施し、多穂 QTL 候補遺伝子の発現レベルに影響する遺伝子プロモーター領域には

ホメオボックス転写因子の結合配列が高頻度に含まれることを明らかにした。X265 を背景としたインフレーム変異体 (*MP3* 原因候補遺伝子の機能が弱化したと考えられる変異体) が、分げつ数を 20%程度増加させ、リン欠乏条件での収量増加に繋がるなど、過年度までに得られた多穂 QTL 候補遺伝子の突然変異体の特徴付けに関する結果と合わせて、論文草稿をとりまとめた (Ishizaki et al., unpublished)。また、*MP3* の原因遺伝子の単離についても、過年度までに得られた結果と合わせて、論文草稿にまとめた (Takai et al., unpublished)。

硫黄欠乏ストレス環境下において、日本晴より DJ123 で顕著に発現する硫黄トランスポーター遺伝子とイソフラボノイドリダクターゼ遺伝子をクローニングして過剰発現イネを作出した。すなわち、硫黄欠乏ストレス環境下で栽培した DJ123 の根から RNA を調製して、それぞれの遺伝子の cDNA 合成を行い、サンガー法で配列を同定した。それぞれの遺伝子の DNA 配列は次世代シーケンサーで得られた DNA 配列と一致した。さらに、それぞれの遺伝子の過剰発現イネを作出するために、トウモロコシのユビキチンプロモーターとそれぞれの遺伝子を連結したコンストラクトを作製して、日本晴に導入した。得られた形質転換イネの中から導入した遺伝子が恒常的に過剰発現している系統を硫黄トランスポーター遺伝子は 6 系統から 3 系統、イソフラボノイドリダクターゼ遺伝子は 12 系統から 3 系統選抜した。また、DJ123 の硫黄トランスポーターのプロモーターの反復領域は DNA マーカーとして活用可能であることを確認した。

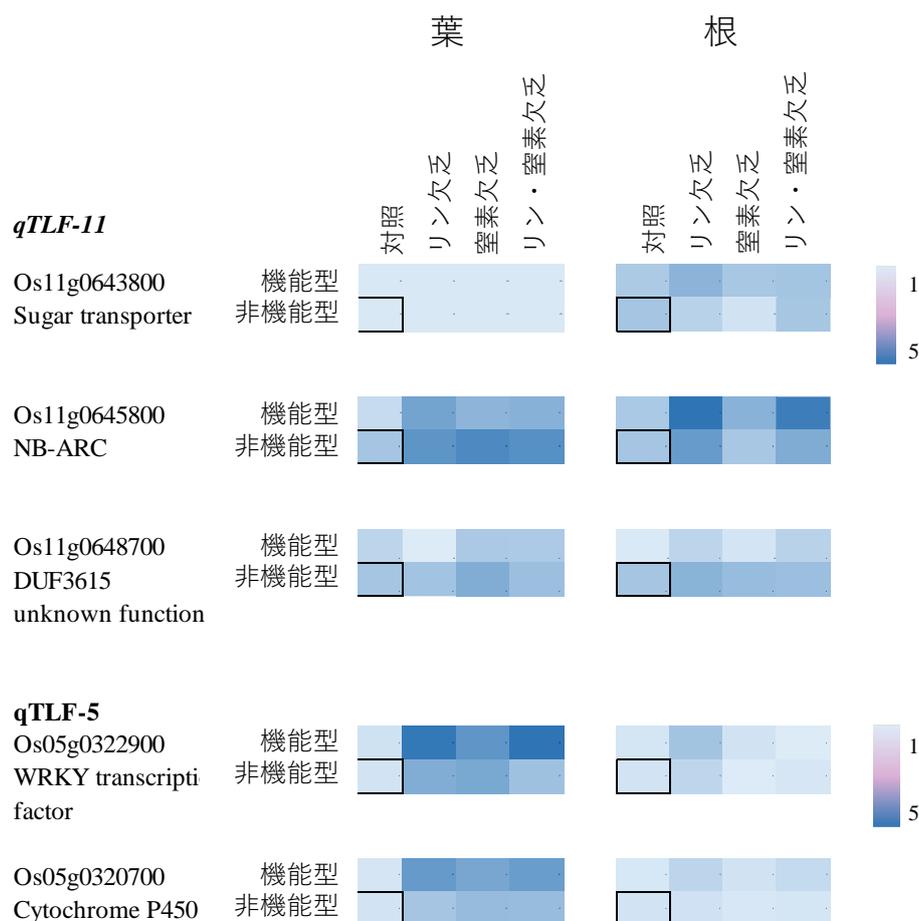


図 2-4. *qLFT5* と *qLFT11* 上にある養分欠乏耐性に関わる主な候補遺伝子について、リン欠乏、窒素欠乏、およびリンと窒素の両方の欠乏条件で水耕栽培したときの葉および根での発現量のヒートマップ

②研究題目2のカウンターパートへの技術移転の状況

本研究題目で博士号取得のための課題を実施する FOFIFA 研究者に対して、ゲノムワイド相関解析 (GWAS)、ゲノミックプレディクションモデルなどの解析手法や論文執筆など、オンラインを主体とした研究指導を継続した。研究題目 2-1 で構築した簡易の DNA マーカーを 2022 年 4 月の出張時に現地に導入し、その利用法について、FOFIFA 側に技術移転した。

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

CIRAD および HarvestPlus との連携により、過年度までに本プロジェクトで取得した GWAS 系統群の圃場試験データと IRRI が公開している約 3,000 系統の SNP 情報を用いてゲノミックプレディクションモデルを開発し、同モデルが未知系統の亜鉛含量を $R^2=0.26$ の決定係数で推定できることを示した (Rakotondramanana et al., 2022, TAG)。また、同試験の実測値の比較から、X265 を含むマダガスカルのカ栽培品種の種子中亜鉛含量 (X265 は 18ppm) が供試した品種の中で極めて低く改良の余地があること、一方でアウスに属する品種群は概ねその値が 30ppm を超えており、うち 1 系統をドナーとして選抜して、X265 との交配を行った (図 2-5)。さらに、研究題目 4 で構築したパネルデータを用いて感度分析を行った結果、あくまで暫定的な簡易分析であるが、マダガスカルのカ栽培品種の種子亜鉛含量を 40%改良することにより、対象地域にみられる亜鉛不足人口を半分以下にできる可能性が示唆された。

本研究題目で得られた成果にも関連する外部資金として、農林水産省戦略的国際共同研究推進委託事業「未利用リンの活用による環境保全型農業に向けた植物の新規根圏機能の開拓 (研究代表者: マティアスビスバ)」を新たに獲得した。

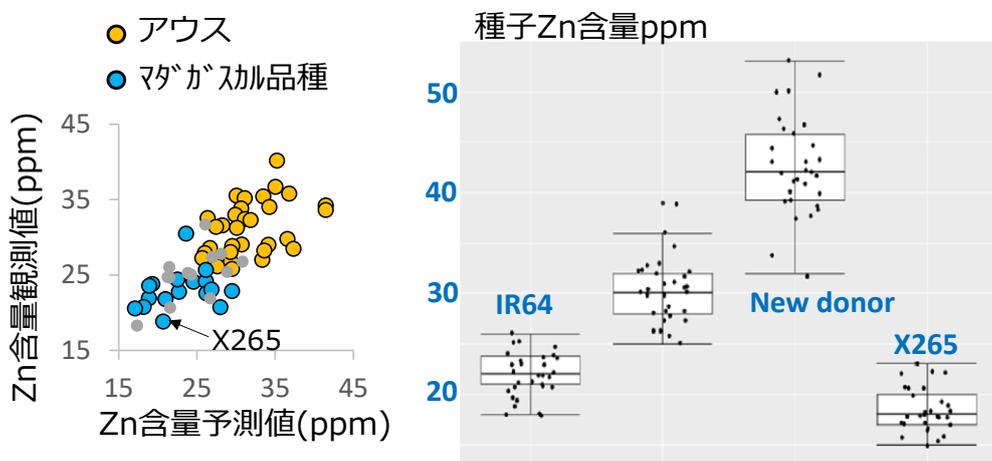


図 2-5. イネ種子の亜鉛含量を予測するゲノミックプレディクションモデルの検証 (左) と X265 を含む主な品種の亜鉛含量の比較 (右)

④研究題目2の研究のねらい (参考)

低リン条件で根の伸長を促しリン吸収に寄与する *PSTOL1* 遺伝子など、研究を進めてきた材料および有望な在来系統を用いながら現地での形質評価と選抜を繰り返し、低投入低肥沃度環境に適応した普及に資する育種素材を開発する。また、養分欠乏への適応に寄与する遺伝子とその機能を明らかにする。

⑤研究題目2の研究実施方法（参考）

育成が先行する *Pup1* 遺伝子座を導入した準同質遺伝子系統群 (*Pup1*-NIL) と多穂系統（穂数の増加に寄与する QTL を多収品種のタカナリに導入した NIL）、および、P の吸収利用効率に寄与する QTL をもつ育成中の交配集団について、順次、現地の栽培環境で形質評価と選抜を繰り返す。その中で特に優れた系統について、既存の栽培品種と比較しながら農家参加型評価を実施し、低投入低肥沃度環境に適応した普及に資する育種素材の開発につなげる。また、国際稲研究所 (IRRI) から導入したゲノムワイド相関解析 (GWAS) のための系統群や上述の交雑集団の一部について、現地での形質評価をもとに、肥料投入に乏しく、P 欠乏、S 欠乏、もしくはこれらの複合的な養分欠乏環境に資する新規の QTL と有望系統を同定する。さらに、これらの活用する育種素材について、マイクロアレイ法やゲノム編集などの遺伝子解析技術を用いながら、関連する遺伝子の絞り込みとその機能解明を行う。

(4) 研究題目3：栽培技術開発グループ（リーダー：辻本泰弘）

①研究題目3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

3-1. 肥料資材の施用効果の解明

標高の異なる2つの試験サイトで実施した未熟堆肥（以下、FYM=Farmyard manure）と化学肥料の組合せによる4年間の連用試験を取りまとめた。生鮮重量として約10 t/ha・年の FYM を連用した場合（化学肥料なしの条件）に4年間で得られた増収量の合計は、非リン欠乏圃場で1.7 t/ha、リン欠乏圃場で5.1 t/ha となり、圃場のリン欠乏程度により施用効果が大きく異なる、すなわち、リン欠乏圃場に選択的に FYM を施用することで、その増収効果＝経済的メリットが大幅に改善できることが示された。また、リン欠乏圃場での FYM 施用による年毎の増収量の推移を比較すると、1年目が0.3 t/ha、4年目が1.8 t/ha で高い連用効果をもつことが明らかになった。また、リン欠乏圃場に FYM と尿素肥料（80 kg N/ha・年）を組合せることで、4年間の増収量の合計は7.6 t/ha に増加することが示された。LRI は、FYM の材料（組成）による効果の違いをポット栽培実験、培養実験、圃場実験で繰り返し検証し、農家が利用するいずれの FYM でもリン欠乏圃場で高い効果をもつものの、リン/炭素含有比が高い豚糞や鶏糞を多く含むと、特に高い効果が発揮されるという成果をとりまとめた（Rinasoa et al., 2022, J. Plant Nutr. Soil Sci.; Rinasoa et al., under review）。

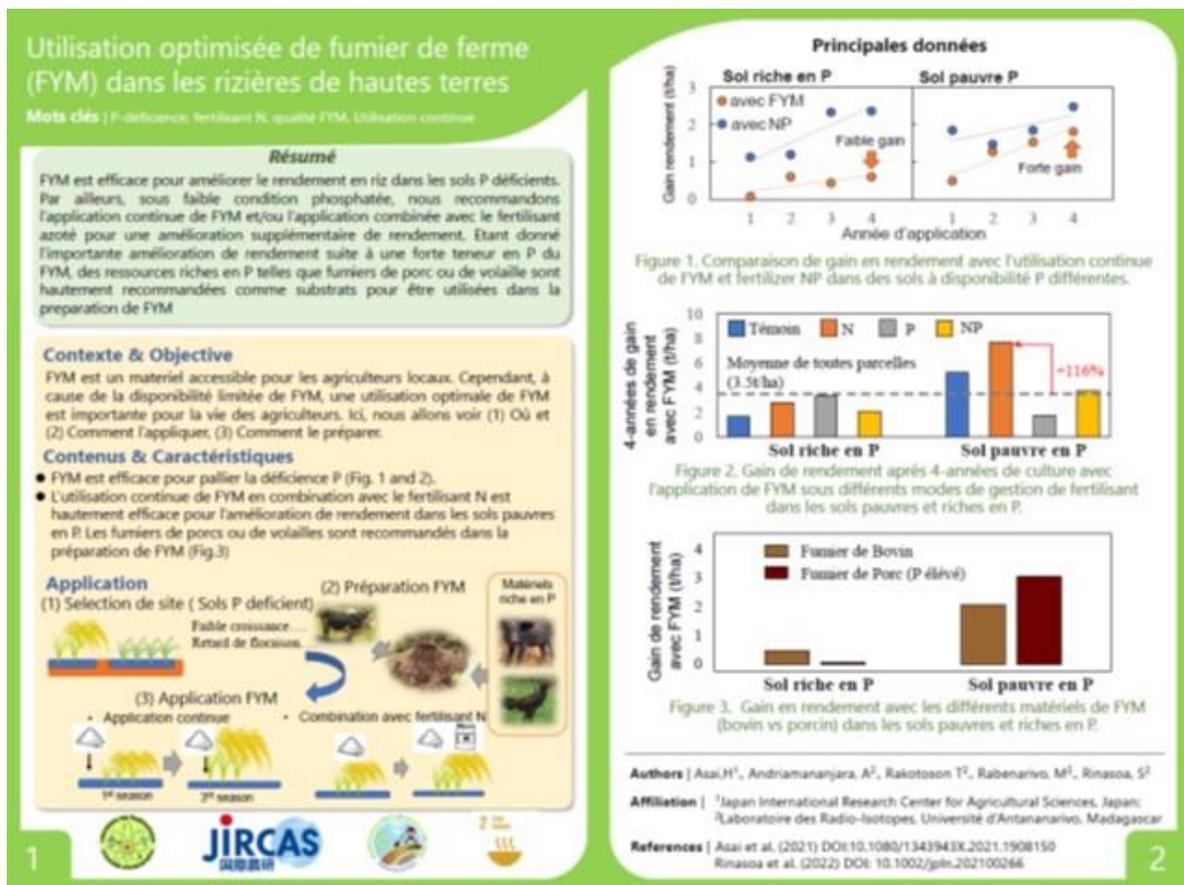
得られた結果をもとに、対象地域のイネ生産に重要な肥料資材である FYM の効果的施用法について、研究者・普及員向けのテクニカルノート（英語、仏語）、および農家向けのマニュアル（マダガスカル語）を作成した（図 3-1）。同資料には、①FYM の施用がリン欠乏土壌（土壌のシュウ酸塩抽出含量として100 mg/kg 以下）で有効である、②FYM に豚糞や鶏糞を加えることで増収効果が向上する、③FYM と窒素肥料との混合施用、もしくは FYM の連用により増収効果が改善する、の3点を記載した。

作成したマニュアルの有効性や農家の受容性を検証するために、2021–2022年の作期において、FYM 無作為に選定した農家圃場40地点で参加型試験を実施した。研究題目1で開発した迅速評価法で推定した40圃場のシュウ酸塩抽出リン含量は10~287 mg/kg（平均69mg/kg）の変異がみられた。2022年4~5月の収穫期に実施した達観調査から、FYM の効果がシュウ酸塩抽出リン含量を指標とした圃場のリン欠乏程度と密接に関係していることが示された（図 3-2）。続いて、参加農家36名と一緒に全圃場を巡回し、各圃場のリン欠乏程度の情報と作成した技術マニュアルを用いて、FYM の効果が圃場間で異なることを説明し、その局所管理の重要性について認識を促した（図 3-3）。調査後の聞き取り調査では、

全農家が圃場のリン欠乏程度と FYM の効果が密接に関連することを認識し、施肥管理の指標として土壌情報に対する高い需要が認められた。また、局所管理の重要性を認識したことで、「今後、圃場に応じて FYM の施用量を調節したい」と回答した農家が 96%を占め、本研究で得られた知見が実践的に活用される可能性が高いことを示すことができた。

これらの調査結果とマニュアルについて、JICA 技プロ Papriz に共有した。Papriz は、稲作技術普及活動の中で、FYM の利用法に対する農家の高い感心があることを認識しており、Papriz および農業畜産省の普及マニュアル改訂版に我々が作成した農家向けマニュアルを採用し、次作期からの普及活動に活用することで合意した。また、研究者・普及員向けのテクニカルノートについては LRI のウェブサイトに掲載した。<https://www.laboradioisotopes.mg/actualites/utilisation-optimisee-de-fumier-de-ferme-fym-dans-les-rizieres-de-hautes-terres>

化学肥料と FYM の連用が土壌理化学性、特に窒素とリンの蓄積形態に及ぼす影響を定量的に評価する予定であったが、新型コロナウイルスによる渡航制限と現地の輸出許可申請プロセスの厳格化により、土壌サンプルの輸入が大幅に遅延した。延長期間に、LRI の研究者 1 名を招へいして、遅延した土壌分析を進め、結果を取りまとめる。



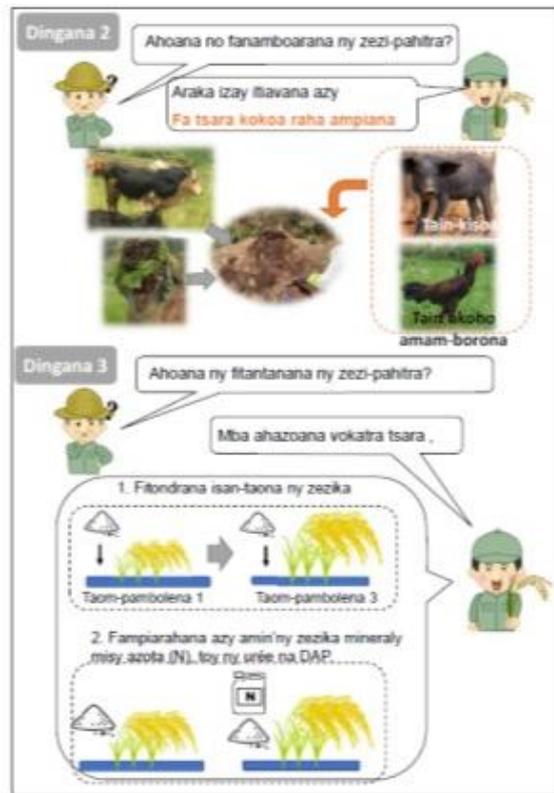
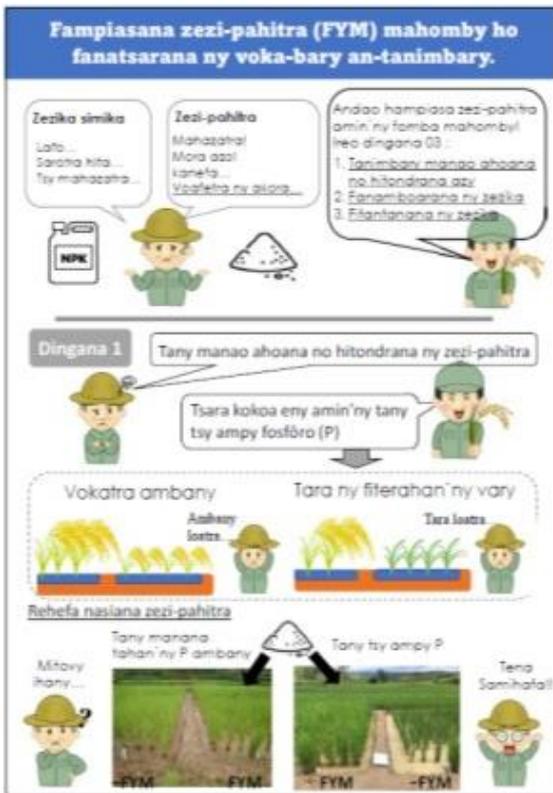


図 3-1. 研究者・普及員向けのテクニカルノート（上）、および農家向けのマニュアル（下）



図 3-2. リン欠乏圃場（左）および非リン欠乏圃場（右）での FYM の増収効果（⇒は FYM 処理区）



図 3-3. 試験圃場での技術マニュアルの説明（左）とフィールドツアーの様子（右）

3-2. 養分欠乏に応じた施肥技術の開発

リン欠乏水田での効果的な施肥技術として開発したリン浸漬処理技術について、2020-2021年の作期に実施した様々な栽培環境条件（計41アクセッションの品種、標高970~1950 m、移植日11月中旬~2月中旬、栽植密度22~88株/m²など）にある312点の農家圃場でのパイロット実験により、同技術の効果は、冷涼（高標高）で収量性の低い圃場で特に高く、農家の任意の品種・栽培管理条件においても、リン浸漬処理を施すことで、無施肥に対して0.8t/ha、表層施肥に対して0.4t/ha、収量が有意に増加することが実証された。施肥効率に換算するとリン浸漬処理によるリン1kgあたりの平均収増量は79kgと極めて高く、通常の表層施肥に比べて約2倍の値となった。

2021-2022年の作期には、農業畜産省農政局および民間肥料会社Agrivetとリン浸漬処理技術のマニュアルおよび3kgのTSP（重過リン酸石灰）を梱包した同技術用の少量肥料パッケージ（栽植密度にもよるが約5アール相当分）を作成した（図3-4）。また、いずれの普及員でも同じ質の技術研修を農家に提供できるように、普及員が使う教材と想定質問集を普及員と共同作成した。これらの資材と資料を用いて、本研究の対象地域であるヴァキナカラチャ県および周辺の4県にある約3,500戸の農家に同技術の研修と肥料配布（1農家1袋）を実施した。周辺4県の普及活動は、JICA技プロPaprizが実施した。収穫期の達観調査において、研修を受けた多くの農家がリン浸漬処理を実践し、顕著な生育の差を観察することができた（図3-5）。農家への聞き取りにおいても、リン浸漬処理を継続して実施したいという農家や次作期には多数のリン浸漬処理肥料を購入して技術の採用面積を拡大するという農家の意見が得られた。一方で、技術は難しくないが、リン肥料を混合したスラリー（泥）を作成する手順が煩雑であるという意見が多くあった。これらの農家の意見を受けて、次作期が始まる10月末までに、Agrivetが追加の重過リン酸石灰を輸入し、リン浸漬処理用の少量肥料袋を作成、試験販売することが約束された。



図3-4. リン浸漬処理技術のマニュアルの一部（左）、研修資料作成のための普及員との会議（右上）、リン浸漬処理用の少量肥料袋（右下）



図 3-5. 農家圃場でのリン浸漬処理技術の実践の様子；研修を受けた農家は問題なく自ら技術を実践できている様子が確認された

LRI は過年度までの圃場試験をまとめ、リン欠乏土壌ではイネの発育が大きく遅延し生育後半の低温ストレスリスクが高くなること、低温不稔のリスクが高い圃場にリンを施用することで、リン欠乏と低温不稔の双方の改善につながり、リン施肥の効果を高められることを明らかにした (Andriary et al., 2021, Field Crops Res.)。リン欠乏による発育遅延が、生育期間中の気象条件の変化を介して、作物の生産性に及ぼす影響を初めて示した貴重な知見といえる (図 3-6)。

また、本プロジェクトで得られたリン浸漬処理技術、苗代少量施肥技術、リン欠乏と気象環境ストレスとの相互作用、有機物資材の効果的活用法、リン欠乏土壌評価技術などの成果を含めて、当該分野で高い評価をもつ国際誌 Field Crops Res. に総説「Phosphorus management strategies to increase lowland rice yields in sub-Saharan Africa: A review」(Rakotoson et al., 2022) を公表した。

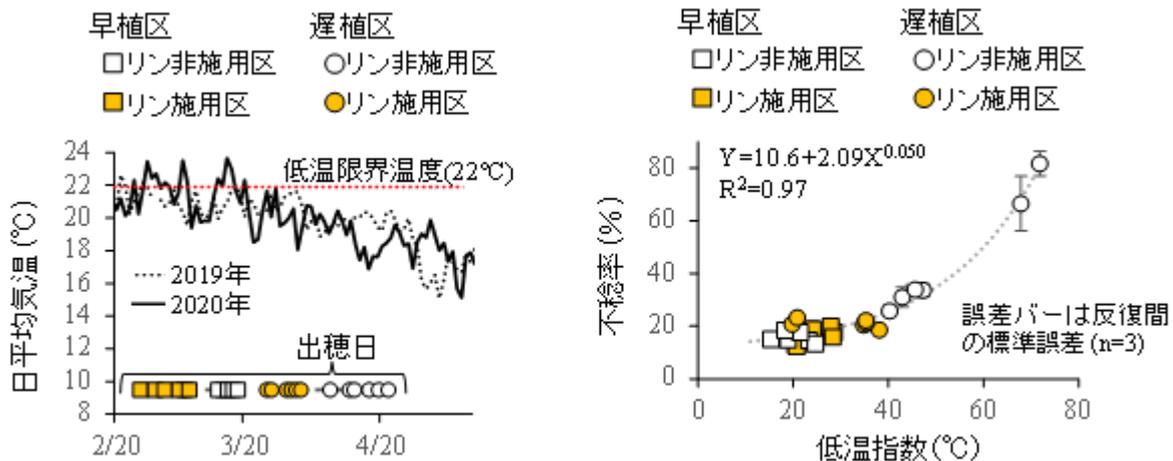


図 3-6. リン欠乏（非施用区）条件では、発育＝出穂が遅延し、移植が遅れた場合には出穂日前後の気温が低下（左）、その結果、不稔率が高まる（右）

3-3. 遺伝型と施肥技術の相互作用解明

多収品種 IR64 を背景に根の角度を変化させた準同質遺伝子系統群 (Root-NILs) を用いた根箱実験により、浅根性のイネを組み合わせることで、リン浸漬処理の効果がより高まるという結果を取りまとめた (Oo et al., 2021, Sci. Rep.)。現地渡航が再開されたことを受けて、この遺伝型と施肥技術の相互作用に関する結果を圃場レベルで検証するために、2021-2022 年の作期に対象地域のリン欠乏圃場での栽培

試験を開始した。土壌間隙中の水溶性リン・窒素の空間分布の推移および出穂期の根系形態を測定するためのサンプリングを実施した。土壌間隙中の水溶性リンは極めて低いため、農村地域の圃場で採取したサンプルで検出できるのか不透明であったが、暫定的な結果において、これまでの根箱実験の結果 (Oo et al., 2020 Sci. Rep.) と同様に、リン浸漬処理を施すことで、イネ株元の水溶性リン濃度が圃場でも高まっていることが確認された (図 3-7)。一方で、2022 年 4-5 月の収穫期における圃場での達観調査においては、施肥法に関わらず浅根性のイネの生育が劣る傾向がみられた。延長期間で圃場試験の結果を解析し、根箱実験の成果と合わせて、一定の知見をまとめる。



図 3-7. イネの根系形態とリン浸漬処理の相互作用に関する圃場試験の様子 (左) と土壌間隙中の水溶性窒素・リン測定のために設置したサンプリング用チューブ (右)

②研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

LRI の博士課程学生 (Ms. Sehen Rinasoa) が、FYM の組成の違いが水稻生産への肥効に及ぼす影響やリンの放射性同位体を用いた FYM の肥効メカニズムの解明など、本プロジェクトで得た一連の研究成果をまとめて、学位論文「Optimisation de l'application des matières organiques pour l'amélioration de la disponibilité du phosphore des riz irrigués à Madagascar (Optimizing the use of organic fertilizer resources for the improvement of phosphorus use yield of rice in irrigated lowlands of Madagascar)」を提出し、2021 年 12 月の公聴会を経て、アンタナナリボ大学より博士号を授与された (図 3-8)。学位公聴会には、国際農研の西垣が審査員の一人として参加した。

LRI の博士課程学生 (Mr. Bruce Andrianary) が、マダガスカル中央高地における水稻の生産規定要因の解明、リン欠乏による発育への影響がイネの収量及び低温不稔に及ぼす影響、土壌肥沃度が異なる圃場での栽植密度の違いがイネ収量に及ぼす影響など、本プロジェクトで得た一連の研究成果をまとめて、学位論文「Vers une amélioration de la production rizicole sur bas - fonds en tenant compte de la contrainte climatique et des effets des interactions entre les facteurs agronomiques et édaphiques (Toward the improvement of lowland rice production-interaction of agronomic and edaphic factors under sub-optimal climatic conditions)」を提出し、2021 年 9 月の公聴会を経て、アンタナナリボ大学より博士号を授与された (図 3-9)。学位公聴会には、国際農研の辻本が審査員の一人として参加した。

両学位論文ともに、国際誌や国際学会への公表を含み、マダガスカルの稲作および農村地域に発展に直接寄与する極めて優れた内容であるとの講評がなされ、アンタナナリボ大学の審査委員長から人材育成と実用的な研究推進に対するプロジェクトへの謝意が寄せられた。



図 3-8. 学位審査会の関係者・審査員と Rinasoa 氏（右から 4 人目）



図 3-9. 学位審査会の関係者・審査員と Andrianary 氏（右から 3 人目）

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

リン欠乏土壌における FYM の施用効果メカニズムの一端を明らかにするために、名古屋大学の近藤始彦教授の協力を受けて、FYM 連用後の表層土壌における土壌微生物のメタゲノム解析を実施した。暫定的な結果として、FYM 施用区では鉄還元窒素固定菌の相対量が増加しており、土壌微生物相の変化を通して、イネの植物体の窒素吸収にも寄与している可能性が示唆された。

本研究題目で得られたリン欠乏にともなう出穂の遅延がイネの収量及び低温不稔に及ぼす影響に関する成果（Andrianary et al., 2021）をもとに、出穂特性の異なる（出穂関連遺伝子の変異系統群）系統を用いる新たな科研費「リン欠乏と発育との相互作用解明によるレジリエントなイネ生産技術の開発（2022-2024）」を獲得した。また、リン浸漬処理をより効率的に普及させるための介入方法を検証することを目的とした新たな科研費「肥料の小分け販売が少量施肥技術の採用と稲作生産性に与える影響：マダガスカルの事例（2021.10-2025）」を獲得した。

④研究題目 3 の研究のねらい（参考）

流通する化学肥料に加えて、グアノ（鳥糞肥料）、同国のニッケル鉱山から副産される硫安、および稲作農家の自給的な有機物資材などの地域資源を活用し、これらの施肥資材と課題 2 で開発される養分利用に優れた系統を組み合わせることで、圃場の養分特性に応じた、イネの収量および施肥効率を大幅に改善できる栽培技術を開発する。

⑤研究題目 3 の研究実施方法（参考）

本課題の基盤情報として、まず、地域のイネ生産に利用可能もしくは利用されている肥料資材の養

分特性、賦存量および経済性、ならびに農家の現行の利用法に関するデータベースを作成する。次に、養分欠如試験をプロジェクトサイトに展開することで、施肥成分によりイネの生育応答が異なる代表的な圃場を選定し、上述の施肥資材との組み合わせにより、圃場の養分特性に応じた収益性の高い施肥技術を提示、農家参加型評価によりその導入効果を明らかにする。さらに、国内外の主要品種および課題2で選抜される有望系統を順じ導入し、遺伝型と圃場環境および施肥技術との相互作用がイネの施肥効率と収量に及ぼす影響を明らかにする。

(5) 研究題目4：開発技術の普及要因の解明とインパクト評価（リーダー：横山繁樹）

4-1. 普及要因の解明

オンラインで課題4参画者およびPapriz 専門家と協議して、稲作技術の効率的な普及に向けた政策提言案として以下の点を取りまとめ、第5回JCCで共有した。

- ①. プロジェクトで養成した農民トレーナーが普及を行うカスケードモデルでは、小規模な隣人グループ内で影響力をもつ農家と村落外にも発信力をもつ農家（例として、高卒で電気店勤務を経験し村に戻った農家、隣村からの要請でパソコンを使って研修している農家、母子保健グループのリーダーなど）の2つの補完的なタイプの農家を組み合わせることが農家間の情報伝達に有効である（横山2020）。
- ②. 栽培環境が異なる他人の圃場では新技術の有効性が担保できないと考える傾向が農家間普及の制約要因である（Yokoyama et al., under prep.）。
- ②の制約要因については、技術の汎用性に関するエビデンスを提供したり、課題1で開発された簡易土壌診断法に基づく圃場毎の適正技術を提供したりすることで、農家間の技術伝達の不安要素が改善されるのではと推察される。

農家の参加動機づけを測定する心理尺度開発の成果を「パーソナリティ研究」誌に公表した（Sayanagi et al., 2021）。同論文は、高所得国でよく使われるリッカート法という尺度が、マダガスカル農村地域では有効ではなく、質問の仕方や回答の選択肢を修正する必要があることを明らかにしたもので、心理学会のコラム（「心理学ワールド」誌、平石、2021、<https://psych.or.jp/publication/world096/pw13/>）にも紹介されるなど、重要性が増す途上国地域での心理学的調査に役立つとして高い評価が得られている。開発した心理尺度を600世帯の家計調査に組みこむことで、農家の基本的心理欲求の分析を進めた。

また、Papriz 研修後の2012-17年の情報拡散を整理し（横山2020）、同じ事例を対象に2018年以降の情報拡散について追加調査を予定していた。しかし、コロナの影響で渡航困難となり、FOFIFA 単独の調査を計画したが、FOFIFA スタッフと現地との連絡調整が不備に終わり調査を断念した。

4-2. 生計向上に及ぼす影響評価

2020-21年の作期に5か村70世帯の農家を対象に実施した小規模実験（水田の土壌肥沃度（リン欠乏程度）の情報を農家に提供する）によって、農家の肥料使用を促すためには、圃場の土壌条件に応じた肥料の使用方法を知らせることが有効であることを示唆することができた。この結果を政策提言案としてとりまとめ、第5回JCCで関係者に共有することができた。さらに、この実験結果について、より精緻な手法を採用して分析を行ったところ、農家を得られた土壌情報に反応してリン肥沃度の高い圃場に窒素肥料をより多く施用するという施肥行動の変化が起こるだけでなく、それにより当該圃場の水稻収

量が同じ農家の他の圃場と比べて約 0.95 t/ha ($P<0.05$) 有意に高くなることが明らかとなった。土壌肥沃度情報を受けなかった農家は、自身の圃場間で生産性に有意差が出るような窒素肥料の配分をしていないことから、本プロジェクトで得られた土壌分析に基づく効果的な施肥法に関する情報を提供することの水稻生産性への効果が確認できたと言える。

2021-22 年の作期には、研究題目 1 で開発した土壌のリン欠乏程度評価技術 (Kawamura et al., 2019; 2021) を採用し、2018 年度から継続的に調査対象としてきた 60 か村の約 600 世帯の農家を対象に規模を拡大して同等の実験を行った (図 4-1)。実験は、60 か村を無作為に 4 群にわけ、各群に属する農家 (約 150 世帯ずつ) に次のような処理を実施した。処理群 1: 土壌のリン欠乏程度情報を提供し、尿素肥料の実物 (5kg) を提供する。処理群 2: 土壌のリン欠乏程度情報を提供し、尿素肥料と等価の現金 (10,000 Ariary) を給付する。処理群 3: リン欠乏程度情報を提供せず、尿素肥料の実物 (5kg) を提供する。処理群 4: リン欠乏程度情報を提供せず、尿素肥料と等価の現金 (10,000 Ariary) を給付する。尿素肥料の提供に加えて、現金給付を採用した理由は、過年度に実施した小規模実験の結果が尿素肥料の実物を受け取ったためなのかどうかを検証するためである。なお、リン欠乏程度情報を提供した 30 か村において、リンが十分にあり尿素が有効と判定された圃場は 360 圃場中 113 圃場、リンが不足していて尿素が有効ではないと判定された圃場は 360 圃場中 247 圃場であった。実験の結果はプロジェクト延長期間中に実施する家計調査で明らかにする。



図 4-1. 約 600 世帯を対象とした介入実験での土壌情報を提供するための土壌採取の様子

4-3. 栄養改善に及ぼす影響評価

これまでに構築した 600 世帯のパネルデータを用いて分析を進めた。まず、水稻収量の増加が栄養改善に量 (カロリー供給)・質 (栄養バランス) の両面において貢献することを明らかにした (Nikiema et al., working paper として公表済、国際誌投稿中)。すなわち、水稻収量が増加することにより、下記の表 4-1 に示した弾力性によって、コメの販売量、野菜、果物、肉・魚の購入量が増加し、エネルギー、亜鉛、鉄分、ビタミン A など、いずれも、対象地域で不足する栄養素の摂取量が有意に改善されることが明らかになった。表 1 の係数を用いて具体例を示すと、水稻収量が 1t/ha 増加すると、月単位のコメの販売量が大人 1 人あたり 65,000 Ariary (1 Ariary \doteq 0.032 円)、野菜の購入額が 300 Ariary、ビタミン A 摂取量が 6%増加するといった内容であり、地域の水稻生産と農家の栄養との関係を定量的に示した実用的な知見を得ることができた。

表 4-1. 水稲収量の増加が現金収入、食材購入、栄養素摂取量に与える影響（弾力性：%変化）

コメ販売による 現金収入	野菜 購入量	果物 購入量	肉・魚 購入量	エネルギー 摂取量	亜鉛 摂取量	鉄分 摂取量	ビタミン A 摂取量
4.75***	0.46***	0.58**	0.66***	0.18***	0.12***	0.75***	0.19***

有意水準：*** 1%、**5%

さらに、農家が生産する食品群数と消費する食品群数には有意な正の相関があること（農業生産多様性スコアが1増加すると食の多様性スコアが0.17増加）、食の多様性が子どもの短期的な栄養状態の指標となる身長に対する体重のスコアの向上につながる、すなわち、食の多様性スコアが1増加すると身長に対する体重スコアが0.4増加することがわかった（（図4-2；Ramahaimandimby et al., 2022）。また、自家生産が栄養素摂取量に与える影響を食品群別にみると、マメ類を生産することでエネルギーや微量栄養素（鉄と亜鉛）の摂取が有意に増加、すなわちマメ類を自家生産している農家はしていない農家に比べて、エネルギーが616.3kcal、鉄分が8.03mg、亜鉛が2.15mg、有意に大きいことが分かった（図4-2）。一方で、穀類・イモ類・野菜の生産は、これらの栄養摂取に有意な効果は検出されなかった（Ramahaimandimby et al., 2022）。パネルデータの解析により、水稲の収穫前と収穫後では食事の内容が変化し、栄養摂取量も変化することが示された（Shiratori and Davaatseren, under prep.）。これらのデータ解析によって、水稲の生産性向上が栄養改善に有効であり、さらには季節性や水稲以外の栽培作物にも注目するとより実効的な施策につながるのではという示唆を得ることができた。



図 4-2. 子どもの栄養状態調査（左）やマメ類の市場での販売の様子（右）

栄養改善を効果的に実現できる稲作技術普及の方向性や意義、行動変容への道筋をとりまとめ、施策や活動に反映してもらえるよう、ONN や PASAN（食と栄養改善に関する JICA 技プロ）等に提示した。それを受けて PASAN では本研究で示唆された知見の活用方法を検討し、現在実施している研修内容にマメ類の生産の重要性や作物多様性の維持、栄養摂取の留意事項等を組み込むこととなり、本成果の社会実装に向けた道筋を具体化することができた。

ONN と共同で 2021 年度に実施予定であった食品選択の理由や栄養改善対策に対する消費者受容性などの質的調査については、コロナ禍でカウンターパートに任せて今年度中に行うよりも出張で現地に赴く可能性がある 2022 年 6-7 月に共同で実施する方が効率的と判断し、延期した。

②研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

ONN のカウンターパートである Rafalimanantsoa 氏が食料消費に及ぼす要因について、たとえば女性の教育やエンパワメントが食料安全保障に有意に正の効果をもつことを示した博士論文執筆を指導した。SATREPS 枠の国費留学生 (Ramahaimandimby Sandratra Zoniaina) を家計調査の管理者として参加させ、タブレットを利用した家計調査の手法を習得させた。

③研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

ONN 局長からの公式依頼文書 (2020 年 9 月 25 日付) を受けた派生的な課題として、COVID-19 前後各 3 回の家計調査のデータからパンデミックの影響分析を進めた。パンデミック前後で各栄養素摂取量および食料消費額について有意な差は見られなかったが、食料消費額のうち自家生産によるものと購入によるものに分けて解析したところ、購入の割合が有意に低下していることが示された。

課題 4-3 の派生的内容として、マダガスカルの食環境をベースとした食生活指針構築を行うための科研費を新たに獲得した (科研費国際共同研究強化 (A) 白鳥)。

④研究題目 4 の研究のねらい (参考)

稲作技術の普及に関わる社会ネットワークと自律的動機付けの役割を明らかにし、効率的な普及に必要な政策課題を取りまとめる。施肥法や品種などの稲作技術の選択を決定する要因を解明し、技術選択の違いが農家の経済厚生に及ぼす影響を明らかにする。食事パターンや栄養状態の要因を分析し、イネの生産性向上や所得向上などが栄養改善に及ぼす影響を分析する。

⑤研究題目 4 の研究実施方法 (参考)

ランダムに選択された約 600 世帯で家計調査を繰り返し行い、稲作技術、生産性、所得、および栄養状態に関する 600 世帯×4 年間のパネルデータを構築し、既存の稲作技術、生産性、所得、および栄養状態との関係を解析するとともに、食事に対する嗜好性の選好表明法調査、ならびに開発技術を用いた介入試験により、その技術効果を明らかにする。技術普及要因の解析については、JICA 技プロ (PAPRIZ II) と協力し、近隣に位置する同技プロの対象村 (約 10 村) で、技術の情報伝達フローなど技術普及に関する社会ネットワーク調査と農家が技術を採択・継続するための心理特性と動機付けの調査を行う。

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)

「I.2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト」に記載した通り、プロジェクト目標「低投入・低肥沃度環境に適応した養分利用効率の高い稲作技術を開発し、技術普及のための基盤を整備する」の客観的指標とした PDM の 4 つの目標値はすべて達成し、上位目標の 2 つの指標についても達成といえる進捗が得られている。また、JICA 技プロの Papriz、Pasan や民間肥料会社、マダガスカル農業畜産省の活動の中で、水稻新品種、水稻苗へのリン浸漬処理技術、農業生産と人々の栄養改善に関する知見など、本プロジェクト成果が既に活用されている点は、本プロジェクト終了後の社会的なインパクト拡大を担保する具体的事例といえる。

2022 年 9 月の終了までの期間においては、COVID-19 で進捗が阻害された内容を含め、以下の具体的な対応を取りながら、プロジェクト運営を進める。

- 2022 年 8 月に開催予定の TICAD、9 月に予定するプロジェクトの closing ceremony、プロジェクト PV の放映などを通して、マダガスカル国内外への成果発信を継続する。

- リン浸漬処理の更なる普及拡大については、Papriz の活動に正式に組み込まれるように JICA 側に予算措置を依頼するとともに、農業畜産省県農業局にも普及活動強化の働きかけを行う。合わせて、国際農研の交付金プロジェクトや科研費などで、農家の受容性を高めるための技術的改良を継続する。民間肥料会社 Agrivet とリン浸漬処理用少量肥料袋の販売戦略を協議する。
- 水稻新品種については、JICA 技プロ Papriz の協力を得て、認知度向上のための展示と認証種子生産を兼ねた圃場を 11 県に設ける。
- COVID-19 により停止されていた短期招へいを再開し、特に、研究題目 2 の開発系統、交配、遺伝型解析や研究題目 1, 3 の土壌養分評価法の技術移転を完了させる。
- 研究題目 1 で開発した土壌養分評価法について、動画教材の作成を含め、受益者への認知度拡大を図る。進捗が遅れている土壌養分評価図についても、プロジェクト終了までに取りまとめる。

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

2021 年度もほとんどの期間において COVID-19 の影響による渡航制限が続いた。しかし、マダガスカル側の主体的意識が既に醸成されており、研究者のみならず普及員も含め、成果の社会実装に向けた活動を拡大することができた。国内においてもオンラインによる現地との頻繁なコミュニケーション、国際農研の熱帯島嶼拠点（石垣市）に分布する酸性のリン欠乏圃場を用いた実験系、国内外のオンラインセミナー、ワークショップ等での成果発信など、渡航制限の中でも研究を推進する工夫を継続した。一方で、遠隔ですべてに対応できるわけではなく、2021 年 9 月～12 月、2022 年 4 月～5 月に現地出張を再開することができ、細かな実験設計や成果取りまとめに向けた意思疎通をマダガスカル側と対面で図れた効果は大きかったと考えている。

成果のインパクトを高めるために、各研究題目において、JICA、農業畜産省、民間肥料会社等との連携を強化した。また、プロジェクト終了後の持続的な国際共同研究を維持・発展させるために、各研究題目において、国際農研の交付金や新規外部資金など、多くの研究予算を担保することができた。本プロジェクトを通して学位を取得したポスドクや雇用が不安定な研究員について、新規研究資金で暫定的に雇用を維持できるものの、引き続き常勤ポストへの雇用確保に努める必要がある。一部のポスドク研究員については、IITA や Africa Rice Center などのポストを得ることができた。

(2) 研究題目 1：養分特性評価グループ（リーダー：森塚直樹）

日本側とマダガスカル側の双方で、多くの研究成果を出すことで、共同研究実施上の大きな問題は生じていない。一方で、成果の社会還元に向けた技術マニュアルの作成やワークショップの開催については、研究者にとっては慣れない作業であり、双方の意思を確認しながら遠隔で進める必要があったために時間を要した。2021 年度の後半（2022 年 4～5 月含む）に、渡航が再開したことで、オンラインで遅滞した部分を速やかに改善し、技術マニュアルの完成とワークショップ開催を実現することができた。今後、開発した評価技術を継続利用していくためには、分析機器を有する LRI による主体的な宣伝活動や分かりやすい分析受託の設計、また、SNS を介したワークショップ参加者による口コミなどを促すことが望ましい。

(3) 研究題目2：育種素材開発グループ（リーダー：マティアス・ビスバ）

本研究題目で主体的な役割を果たしてきた FOFIFA 若手研究者の不安定な雇用状況の解決に至っていない。プロジェクト終了に向けて最大かつ唯一残された懸念事項であるとして、2021 年度も第 5 回 JCC の他、JICA 事務所およびプロジェクトの双方から農業畜産大臣に 2 回、同省事務次官に 3 回、同問題の解決を要求した。農業畜産省も同問題の重要性を十分に認識しており、決定権をもつ大統領府に雇用再開の要望書を提出、承認された場合には該当の研究者の雇用を最優先する旨、回答が得られている。課題解決まで継続的な働きかけが必要である。

プロジェクトで構築した遺伝解析ラボにおける DNA 抽出がうまく行かず、遠隔で原因究明を図ったが解決には至らなかった。現地渡航が再開した際に FOFIFA 研究者と DNA 抽出実験を行い、一連のプロセスを確認した。結果として、冷凍庫に保管していた葉身サンプルが度々起こる停電のために凍結と溶解を繰り返し劣化が進み、DNA の分解が進んでいたことが判明した。今後は葉身サンプルの冷凍庫での長期保存は避け、サンプリング後速やかに DNA 抽出を行うことを基本とした。今回の原因究明を通して、新たにラボの実験環境を構築し直すこともでき、ゲノム育種におけるラボワークについては、その技術移転をほぼ完遂させた。懸案事項であった交配温室の高温問題については、排気ファン、空調設備、寒冷紗の設置により改善され、渡航再開後に交配が問題なくできていたことを確認した（図 III-1）。このように、DNA 抽出や交配の基本的動作は比較的短期間で技術移転できるものの、原因不明の状況が生じた際に、経験値の高い研究者が現地の状況をつぶさに観察しながら解決策を模索するというプロセスが必要であり、その点で、渡航制限の影響は大きかったと思われる。延長期間中に FOFIFA の研究者 3 名を国際農研に招聘し、様々な環境での交配方法の工夫など柔軟な対処法について更なる技術向上を図る予定である。

英国クランフィールド大学、LRI、および Africa Rice Center と共同での対象地域に局所的に観察される鉄過剰害の系統間差異の解明、HarvestPlus と連携した亜鉛強化システムの探索、FOFIFA および LRI と連携した AZ-97 のリン欠乏耐性メカニズムの解明、など、本プロジェクトで構築した共同研究体制を基盤とした派生的な国際共同研究が展開できている。また、登録した水稻新新種について、マダガスカル以外への品種拡大をねらい、Africa Rice Center 等の研究機関と連携協議を開始した。



図 III-1. 交配温室における高温対策の状況

(4) 研究題目3：栽培技術開発グループ（リーダー：辻本泰弘）

日本側とマダガスカル側の双方で、多くの研究成果を継続して出すことができ、共同研究実施上の大

きな問題は生じなかった。一方で、FYM の効率的利用に関する農家へのデモンストレーションや受容性に関する聞き取り調査など、対面での細やかな調査が求められる内容については遅れが生じ、2021 年度後半の渡航再開を待つ必要があった。渡航再開後は、前述の通り、農家へのデモンストレーションや意見収集を順調に実施することができた。新型コロナウイルスによる渡航制限と現地の輸出許可申請プロセスの厳格化により、土壌サンプルの輸入が大幅に遅延したことから、FYM の連用が土壌養分特性に及ぼす影響評価については、2022 年度の延長期間に実施することとした。

(5) 研究題目 4 : インパクト評価グループ (リーダー : 横山繁樹)

課題 4-1 「普及要因の解明」では、専門的知見を有する研究者が農家・普及員の認識や心理的欲求を読み取り、柔軟に質問の仕方を変えながら進める必要があり、また、その専門性を十分にカウンターパートに技術移転する時間も足りなかったことから、新型コロナウイルスによる渡航制限の影響を最も強く受けた。想定していた調査回数をこなせなかったものの、得られたデータセットをもとに、延長期間において結果の公表に努める。課題 4-2、4-3 のパネルデータはタブレットによる遠隔での調査体制を早期に整備したことから、マダガスカル国内で首都封鎖が生じた時期を除き、渡航制限中も予定通りの調査を実施することができた。ONN を共同研究者とした派生的な科研費課題 2 件を継続して実施しており、プロジェクト終了後の課題発展も期待できる。JICA 技プロ Papriz および PASAN との連携体制は密に構築した一方で、相手国研究機関の専門性向上という観点では、渡航制限の影響が大きく、課題の残る形となった。

IV. 社会実装 (研究成果の社会還元) (公開)

- 研究題目 1 で開発した土壌特性評価法のうち、原著論文として成果を公表済みの以下 3 点の手法について、普及員や技官向けのワークショップを開催し、技術マニュアルを LRI の Web サイトに公開した。
 - ①分光放射計を用いた土壌のリン供給力 (シュウ酸塩抽出リン含量) の評価法
 - ②土壌の風乾水分含量からリン吸着能と水稻のリン施肥応答を推定する手法
 - ③簡易土色計による土壌の有機物量簡易推定法

<https://www.jircas.go.jp/ja/reports/2022/r20220519>
- 研究題目 2 において、養分欠乏環境でも優れた生産性をもつ水稻新品種 2 点 (FyVary32、FyVary85) を公式にリリースし、JICA 技プロ Papriz の協力で、同品種の種子増殖を開始した。
- 研究題目 3 において、民間肥料会社 Agrivet と共同して、水稻苗へのリン浸漬処理技術のマニュアルおよび同技術用の少量肥料パッケージ (3kg の重過リン酸石灰) を作成した。さらに、JICA 技プロ Papriz および農業畜産省普及局の協力を得て、同技術を中央高地 5 県の普及員に指導、普及員を通して、約 3,500 戸の農家に普及させた (図 IV-1)。また、Papriz の PDM 改訂版に記載することで、リン浸漬処理の普及活動がプロジェクト終了後も継続して実施されることとなった。
- 研究題目 4 で得られた農業生産と栄養との関係に対する知見や定量的データについて、JICA 技プロ PASAN 「食と栄養改善プロジェクト」(2019 年～2023 年度) の研修活動に利用されることとなった。



図 IV-1. JICA 技プロ Papriz による P-dipping の普及活動の様子

(2) 社会実装に向けた取り組み

- 2021 年 10 月 14 日に在マダガスカル FAO 代表を訪問し、本プロジェクト成果である新品種や施肥技術の普及についての連携協力を検討することとした。
- 2022 年 1 月 24 日に一般公開された SAT テクノロジー・ショーケース 2021（主催：つくばサイエンス・アカデミー）において、辻本研究代表が、水稻苗へのリン浸漬処理技術の開発と普及に関する成果を紹介した。
- 2021 年 7 月、日本経済新聞の私見卓見欄で、食事内容の変革の際に地域の実情を踏まえる重要性をマダガスカルの例を挙げて寄稿した。
- 2022 年 2 月、JIRCAS の広報誌上で世界の栄養不良問題について、マダガスカルの例も含めて紹介した。
- 京都大学レジリアンスセミナー（2021 年 5 月）、JICA 筑波栄養改善課題別研修（2021 年 5 月、10 月、2022 年 2 月）、みずほ証券セミナー（2021 年 10 月）、熊谷高校サイエンスツアー（2021 年 11 月）、JIRCAS 一般公開（2022 年 4 月）などで研究題目 4 の活動を紹介した。
- 2022 年 4 月 18～24 日に開催された国際農研一般公開において、辻本研究代表が、本プロジェクトでの成果および活動を紹介する Youtube 動画を公開した。
<https://www.youtube.com/watch?v=XH4iZhLt-00>
- 2022 年 4 月 24 日に開催された国際農研一般公開ライブ配信において、辻本研究代表および課題 4 の白鳥主任研究員がマダガスカルでの研究活動を紹介した。
<https://www.youtube.com/watch?v=ZvFdk5qZWNY>
- 2022 年 2 月 17 日に、JICA 技プロが主催するセミナーで、マダガスカル全国の種子検査官に対して、新品種の説明会を実施した。
- 農業畜産大臣、辻本研究代表、相手国研究機関代表のスピーチを含むプロモーションビデオ PV（約 8 分）を作成して、TV、SNS でプロジェクトの活動・成果を広く発信した。
- プロジェクトの研究活動や成果を Web サイト（<https://www.jircas.go.jp/ja/satreps>）で一般に公開。2021 年度は、29 件の記事を掲載した。
- 本プロジェクトで得られた以下の成果 3 点が国際農研の 2021 年度研究成果情報に採択され、Web サイトに公開された。

1. リン欠乏水田でのリン施肥による水稻増収量は土壌リン吸着能から推定できる

https://www.jircas.go.jp/ja/publication/research_results/2021_b09

2. 深層学習で熱帯の多様な生態系における土壌のリン供給能を推定するモデル

https://www.jircas.go.jp/ja/publication/research_results/2021_b10

3. イネのリン欠乏と低温不稔が問題となる栽培環境での効率的なリン施肥法

https://www.jircas.go.jp/ja/publication/research_results/2021_b11

- 2021年12月に、研究題目1で開発した「土壌の風乾水分含量からリン吸着能と水稻のリン施肥応答を推定する手法」について、農家向けのデモンストレーションを実施した（図IV-2）。



図IV-2 土壌リン吸着能の簡易推定法のデモンストレーションの様子

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

- 2022年5月10日に実施された国際協力機構 JICA の無償資金協力「アロチャ湖南西地域灌漑整備事業」の完成式典において、本プロジェクトで開発した水稻新品種（FyVary32、FyVary85）について、マダガスカル国大統領に説明する機会を得た。大統領は、その収量性の高さやマダガスカル栽培環境への適性に期待を寄せられた。また、同式典のスピーチにおいて、マダガスカル農業畜産大臣が、大統領、駐マダガスカル日本大使ら要人列席のもと、FyVary プロジェクトの成果にも言及し、日本の協力に対する謝意が述べられた。

<https://www.jircas.go.jp/ja/reports/2022/r20220520>



図V-1. マダガスカル大統領に水稻新品種の説明を行う様子（農業畜産省公式 Facebook より）

【令和3年度実施報告書】【220531】

- 2021年10月11日に、辻本研究代表がマダガスカル農業畜産大臣を訪問した。同大臣は、マダガスカル農業の最重要課題であるイネの安定生産に繋がる成果として、プロジェクトの活動、人材育成への取り組みを高く評価、農業畜産省が得られた成果の社会実装＝普及に努めることを約束した。
- 2021年11月1日に、ビスバ課題2リーダーがマダガスカル農業畜産大臣を訪問し、水稻新品種のリリースを報告、同成果に対する謝意が述べられた。
- 2021年11月4日に、高等教育科学技術省事務次官ら列席のもと、水稻新品種の登録記念式典を開催した。同式典の様子は、6件の現地メディア・SNSで発信された。
- 上記の新品種登録についてプレスリリースを行い、国内の新聞2件に掲載された。
<https://www.jircas.go.jp/ja/release/2021/press202117>
- 2021年10月12日に第5回JCCを開催、農業畜産省事務次官および国立栄養局長が本プロジェクトの成果に対する謝意と得られた成果を活用していくことを言及した。同会議の様子とプロジェクトの成果が10件の現地メディア・SNSに報道された。
- 2021年11月28日に、プロジェクトの活動・成果を紹介するプロモーションビデオPV（約8分）を全国テレビで放映した。同PVは、農業畜産省の公式Facebookにも掲載され、480回のシェアと1,300回の再生回数など大きな反響が得られている。
- 2021年10月14日に駐マダガスカル全権大使を訪問し、本プロジェクトの進捗、成果を報告した。
- 2021年11月3日、FAO主催のオンライン会合「Global Conference on Green Development of Seed Industries」において、ビスバ課題2リーダーが招待講演を行い、本プロジェクトでの新品種開発の成果を紹介した。
- 2021年10月7日にオンライン開催されたCARD(アフリカ稲作振興のための共同体)総会において、相手国研究代表の農業畜産省農業側局長が、リン浸漬処理技術や新品種など、本プロジェクトの成果を紹介した。
- 2021年12月の東京栄養サミット公式サイドイベントのオンラインセミナー内で、白鳥が研究題目4の活動を紹介した（リアルタイム参加者約380名）。
- 2021年9月2日に、外務省科学技術外交推進会が外部章副大臣に提出されたSTIショーケースで、本プロジェクトの成果が紹介された。<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100229856.pdf>
- 2021年11月に、研究代表の辻本が、「アフリカの栽培環境に適した効果的なイネ施肥技術の開発と普及」の業績で、第20回日本農学進歩賞を受賞した。
- 2021年9月に開催された10th Asian Crop Science Association Conferenceにおいて、LRIのAndriary博士、辻本研究代表らによる「The effect of N and P applications on rice yield can be changed by farmers' management practices—transplanting dates and densities—」の口頭発表が、Best Presentation Awardを受賞した。
- 2022年3月に開催された第131回日本熱帯農業学会において、辻本研究代表らによる「Effect of P-dipping priming on rice resilience to water and nutrient stress under rainfed lowland」の口頭発表が優秀発表賞を受賞した。

以上

【令和3年度実施報告書】【220531】

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。)
2017	Kawamura, K., Tsujimoto, Y., Rabenarivo, M., Asai, H., Andriamananjara, A. and Rakotoson, T., "Vis-NIR spectroscopy and PLS regression with waveband selection for estimating the total C and N of paddy soils in Madagascar", <i>Remote Sensing</i> , 2017, vol. 9, No. 10, 1081.	10.3390/rs9101081	国際誌	発表済	IF = 3.244 (2016)
2018	Tomohiro Nishigaki, Yasuhiro Tsujimoto, Sehen Rinasoa, Tovohery Rakotoson, Andry Andriamananjara, Tantely Razafimbelo, "Phosphorus uptake of rice plants is affected by phosphorus forms and physicochemical properties of tropical weathered soils", <i>Plant and Soil</i> , February 2019, Volume 435, Issue 1-2, pp 27-38	10.1007/s11104-018-3869-1	国際誌	発表済	IF = 3.306 (2018)
2018	Kensuke Kawamura, Yasuhiro Tsujimoto, Tomohiro Nishigaki, Andry Andriamananjara, Michel Rabenarivo, Hidetoshi Asai, Tovohery Rakotoson and Tantely Razafimbelo, "Laboratory Visible and Near-Infrared Spectroscopy with Genetic Algorithm-Based Partial Least Squares Regression for Assessing the Soil Phosphorus Content of Upland and Lowland Rice Fields in Madagascar", <i>Remote Sensing</i> , 2019, 11(5), 506	10.3390/rs11050506	国際誌	発表済	IF = 3.406 (2018)
2019	Yasuhiro Tsujimoto, Tovohery Rakotoson, Atsuko Tanaka, and Kazuki Saito, "Challenges and opportunities for improving N use efficiency for rice production in sub-Saharan Africa", <i>Plant Production Science</i> , 22(4), 413-427. 2019.	10.1080/1343943X.2019.1617638	国際誌	発表済	IF = 1.230 (2018)
2019	Moritsuka, N., Kawamura, K., Tsujimoto, Y., Rabenarivo, M., Andriamananjara, A., Rakotoson, T., Razafimbelo, T. Comparison of visual and instrumental measurements of soil color with different low-cost colorimeters. <i>Soil Science and Plant Nutrition</i> 65(6), 605-615. 2019.	10.1080/00380768.2019.1676624	国際誌	発表済	IF = 1.415 (2018)
2019	Aung Zaw Oo, Yasuhiro TSUJIMOTO, Njato Mickael RAKOTOARISOA. Optimizing the Phosphorus Concentration and Duration of Seedling Dipping in Soil Slurry for Accelerating the Initial Growth of Transplanted Rice. <i>Agronomy</i> 10 (2): 240	10.3390/agronomy10020240	国際誌	発表済	IF = 2.259 (2019)
2019	Rakotoson, T., Tsujimoto, Y. Pronounced effect of farmyard manure application on P availability to rice for paddy soils with low total C and low pH in the central highlands of Madagascar. <i>Plant Production Science</i>	10.1080/1343943X.2020.1740601	国際誌	発表済	IF = 1.230 (2018)
2019	Rakotoson, T., Holz, M., Wissuwa, M. P deficiency tolerance in <i>Oryza sativa</i> : root and rhizosphere traits. <i>Rizosphere</i> 14, 2020.	10.1016/j.rhisph.2020.100198	国際誌	発表済	IF = 1.8 (2018)
2020	Rakotoarisoa, N.M., Tsujimoto, Y., Oo, A.Z., 2020. Dipping rice seedlings in P-enriched slurry increases grain yield and shortens days to heading on P-deficient lowlands in the central highlands of Madagascar. <i>Field Crop. Res.</i>	10.1016/j.fcr.2020.107806	国際誌	発表済	IF = 3.868 (2018)
2020	Rakotonindrina, H., Kawamura, K., Tsujimoto, Y., Nishigaki, T., Razakamanarivo, H., Andrianary, B. H., Andriamananjara, A. 2020. Prediction of Soil Oxalate Phosphorus using Visible and Near-Infrared Spectroscopy in Natural and Cultivated System Soils of Madagascar. <i>Agriculture</i> 10(5), 177	10.3390/agriculture10050177	国際誌	発表済	IF = 1.415 (2018)
2020	Nishigaki, T., Ikazaki, K., Tsujimoto, Y., Andriamananjara, A., Rakotoson, T., Razafimbelo, T. 2020. Soil survey of the east coast and the central highlands indicates need to update Madagascar soil map. <i>Soil Science and Plant Nutrition</i> 66(3), 469-480	10.1080/00380768.2020.1769452	国際誌	発表済	IF = 1.432 (2019)
2020	Kawamura, K., Nishigaki, T., Tsujimoto, Y., Andriamananjara, A., Rabenarivo, M., Asai, H., Rakotoson, T., Razafimbelo, T. 2020. Exploring Relevant Wavelength Regions for Estimating Soil Total Carbon Contents of Rice Fields in Madagascar from Vis-NIR Spectra with Sequential Application of Backward Interval PLS. <i>Plant Production Science</i>	10.1080/1343943X.2020.1785898	国際誌	発表済	IF=1.696(2019)
2020	Oo, A. Z., Tsujimoto, Y., Rakotoarisoa, N. M., Kawamura, K., Nishigaki, T. 2020. P-dipping of rice seedlings increases applied P use efficiency in high P-fixing soils. <i>Scientific Reports</i> 10, 11919	10.1038/s41598-020-68977-1	国際誌	発表済	IF=3.998(2019)
2020	Tsujimoto, Y., Sakata, M., Raharinivo, V., Tanaka, J. P., Takai, T. 2020. AZ-97 (<i>Oryza sativa</i> ssp. <i>Indica</i>) exhibits superior biomass production by maintaining the tiller numbers, leaf width, and leaf elongation rate under phosphorus deficiency. <i>Plant Production Science</i>	10.1080/1343943X.2020.1808026	国際誌	発表済	IF=1.696(2019)
2020	Rakotoson, T., Rinasoa, S., Andriantsiorimanana, A., Razafimanantsoa, M., Razafimbelo, T., Rabeharisoa, L., Tsujimoto, Y., Wissuwa, M., 2020. Effects of fertilizer micro-dosing in nursery on rice productivity in Madagascar. <i>Plant Production Science</i>	10.1080/1343943X.2020.1828947	国際誌	発表済	IF=1.696(2019)
2020	Takai, T., Sakata, M., Rakotoarisoa, N. M., Razafinarivo, N. T., Nishigaki, T., Asai, H., Ishizaki, T., Tsujimoto, Y. 2020. Effects of quantitative trait locus MP3 on the number of panicles and rice productivity in nutrient-poor soils of Madagascar. <i>Crop Science</i>	10.1002/csc2.20344	国際誌	発表済	IF=1.878(2019)
2020	Ramahaimandimby, Z., Sakurai, T. Vegetable production and its impact on smallholder farmers' livelihoods: The case of the central highlands of Madagascar. <i>Japanese Journal of Agricultural Economics</i> 23, 125-130	10.18480/jjae.23.0_125	国内誌	発表済	
2021	Asai H., Rabenarivo M., Andriamananjara A., Tsujimoto Y., Nishigaki T., Takai T., Rakotoson T., Rakotoarisoa N., Razafimbelo T. Farmyard manure application increases spikelet fertility and grain yield of lowland rice on phosphorus-deficient and cool-climate conditions in Madagascar highlands.	10.1080/1343943X.2021.1908150	国際誌	発表済	IF=1.696(2019)
2021	Kensuke Kawamura, Tomohiro Nishigaki, Andry Andriamananjara, Hobimiarantsoa Rakotonindrina, Yasuhiro Tsujimoto, Naoki Moritsuka, Michel Rabenarivo, Tantely Razafimbelo. Using a one-dimensional convolutional neural network on visible and near-infrared spectroscopy to improve soil phosphorus prediction in Madagascar. <i>Remote Sensing</i> , 2021, 13(8) 1519	10.3390/rs13081519	国際誌	発表済	IF=4.509(2019)
2021	Ramahaimandimby, Z., Shiratori, S., Sakurai, T., "Comparison of Two Pathways Linking Agriculture to Child Health: Dietary Diversity and Micronutrient Intake in the Malagasy Highlands", <i>Japanese Journal of Agricultural Economics</i> (in press)		国内誌	in press	
2021	Nishigaki, T., Tsujimoto, Y., Rakotoson, T., Rabenarivo, M., Andriamananjara, A., Asai, H., B. H., Andrianary, Rakotonindrina, H., Razafimbelo, T. 2021. Soil phosphorus retention can predict responses of phosphorus uptake and yield of rice plants to P fertilizer application in flooded weathered soils in the central highlands of Madagascar. <i>Geoderma</i> 402, 115326.	10.1016/j.geoderma.2021.115326	国際誌	発表済	IF=6.114(2021)
2021	B. H., Andriamananjara, Tsujimoto, Y., Rakotonindrina, H., Oo, A. Z., Rabenarivo, M., Ramifehiarivo, N., Razakamanarivo, H. 2021. Phosphorus application affects lowland rice yields by changing phenological development and cold stress degrees in the central highlands of Madagascar. <i>Field Crops Research</i> 271(15).	10.1016/j.fcr.2021.108256	国際誌	発表済	IF=5.224(2021)
2021	Tsujimoto, Y., Tanaka, A., Rakotoson, T. 2021. Sequential micro-dose fertilization strategies for rice production: Improved fertilizer use efficiencies and yields on P-deficient lowlands in the tropical highlands. <i>European Journal of Agronomy</i> , 131.	10.1016/j.eja.2021.126381	国際誌	発表済	IF=5.124(2021)
2021	Rakotoson, T., Tsujimoto, Y., Nishigaki, T. Phosphorus management strategies to increase lowland rice yields in sub-Saharan Africa: A review. <i>Field Crops Research</i> 275: 108370.	doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108370	国際誌	発表済	IF=5.224(2021)
2021	Tanaka, R., Mandaharisoa, S. T., Rakotondramanana, M., Ranaivo, H. N., Pariasca-Tanaka, J., Kajiya-Kanegae, H., Iwata, H., Wissuwa, M. From gene banks to farmer's fields: Using genomic selection to identify donors for a breeding program in rice to close the yield gap on smallholder farms. <i>Theoretical and Applied Genetics</i> 134: 3397-3410.	10.1007/s00122-021-03909-9	国際誌	発表済	IF=5.699(2021)
2021	Tanaka, J.P., Rakotondramanana, M., Mangaharisoa, S.T., Ranaivo, H.N., Tanaka, R., Wissuwa, M. 2022.1. Phenotyping of a rice (<i>Oryza sativa</i> L.) association panel identifies loci associated with tolerance to low soil fertility on smallholder farm conditions in Madagascar. <i>PlosOne</i>	10.1371/journal.pone.0262707	国際誌	発表済	IF=3.240(2021)

2021	Takai, T., Lumanglas, P., Fujita, D., Sasaki, K., Rakotoarisoa, N. M., Tsujimoto, Y., Kobayashi, N., Simon, E. V. 2021.11. Development and evaluation of pyramiding lines carrying early or late heading QTLs in the indica rice cultivar 'IR64'. Breeding Science	doi: 10.1270/jsbbs.21045	国際誌	発表済	IF=2.086(2021)
2021	Nobuo R. Sayanagi, Tsinjo Randriamanana, Harisoa S. A. Razafimbelonaina, Nirina Rabemanantsoa, Henri L. Abel-Ratovo, Shigeki Yokoyama. 2021 Development of a Motivation Scale in Rural Madagascar: The Challenges of Psychometrics in Impoverished Populations of Developing Countries. The Japanese Journal of Personality, 30(2), 56-69.	10.2132/personality.30.2.3	国内誌	発表済	

論文数 28 件
うち国内誌 3 件
うち国際誌 25 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。)
2017	Toshiyuki Takai, Hiroshi Nakano, Satoshi Yoshinaga, Motohiko Kondo. Identification of a novel QTL for the number of spikelets per panicle using a cross between indica- and japonica-type high-yielding rice cultivars in Japan. Plant Breeding. 2018. 137.	10.1111/pbr.12575	国際誌	発表済	IF = 1.251 (2018)
2018	白鳥佐紀子、西出朱美、土居邦弘「栄養バランスからみたマダガスカル国の農業農村開発戦略」、/水土の知、86(10)、881-884		国内誌	発表済	
2019	Moritsuka, N., Satio, H., Tajima, R., Takahashi, Y., Hirai, H. Farm-Scale Estimation of Total Nitrogen Content in Surface Paddy Soils by Extraction with Commercially Available Hydrogen Peroxide. Agronomy 2020, 10, 40. doi:10.3390/agronomy10010040	doi:10.3390/agronomy10010040	国際誌	発表済	IF = 2.259 (2019)
2019	Pariasca-Tanaka, J., Baertschi, C., Wissuwa, M. Identification of loci through genome-wide association studies to improve tolerance to sulfur deficiency in rice. Frontiers in Plant Science. 2020	10.3389/fpls.2019.01668	国際誌	発表済	IF = 4.103 (2018)
2019	Ozaki, R. Sakurai, T. The Adoption of Upland rice by lowland rice farmers and its impacts on their food security and welfare in Madagascar. Japanese Journal of Agricultural Economics. Vol. 22,106-111. 2020.	10.18480/jjae.22.0_106	国内誌	発表済	
2020	Moritsuka, N., Matsuoka, K., Katsura, K., Sano, S., Yanai, J. Laboratory and field measurement of magnetic susceptibility of Japanese agricultural soils for rapid soil assessment. Geoderma	doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115013	国際誌	発表済	IF=4.848(2019)
2020	Ozaki, R., Sakurai, T. 2021. Profitability of chemical fertilizer application: comparison of lowland and upland rice cultivation in Madagascar. Japanese Journal of Agricultural Economics 23, 119-124.	10.18480/jjae.23.0_119	国内誌	発表済	
2021	Oo, A. Z., Tsujimoto, Y., Mukai, M., Nishigaki, T., Takai, T., Uga, Y. 2021. Synergy between a shallow root system with a DRO1 homologue and localized P application improved P uptake of lowland rice. Scientific Reports 11, 9484	10.1038/s41598-021-89129-z	国際誌	発表済	IF=3.998(2021)

論文数 8 件
うち国内誌 3 件
うち国際誌 5 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
2018	マダガスカル農業畜産省年次報告書(2018 Rapport d'Activite Annuel Ministere de l'Agriculture et de l'elevage)	相手国政府機関報告書	発表済	http://www.maep.gov.mg/wp-content/uploads/pdf/Rapport%20d'activite%20C3%A9s%20Annuel%202018%20
2019	Fertility Sensing and Variety Amelioration for rice yield (Madagascar). In: Africa-Japan Collaborative Projects on STI for SDGs. MEXT, Aug2019	TICAD7に関連したMEXTの出版物	発表済	p3 に本プロジェクトの研究紹介
2021	Nikiema,R.A., Shiratori, S., Rafalimanantsoa, J., Ozaki, K.R, Sakurai, T., 2021.10. How enhancing rice yield, the most important staple food,improves farmers' food security and nutrition in Madagascar? Working Paper, Department of Agricultural and Resource Economics, The University of Tokyo. No.21-F-01	東京大学 Working paper	発表済	

著作物数 3 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
2018	森塚直樹、稲作農家のための簡易土壌診断法の開発に向けて、アグリバイオ、2018、vol.2(5)、pp.43-47	国内誌	発表済	
2018	辻本泰弘、研究機関紹介「アンタナリボ放射線研究所」、JIRCASニュース、2018、85巻、pp.11	国内誌	発表済	
2019	辻本泰弘、アフリカの養分欠乏環境でイネの生産性を効率的に改善するための技術開発、熱帯農業研究12(1),pp.41-42., 2019	国内誌	発表済	
2019	白鳥佐紀子、開発途上国における農業と栄養、開発学研究30(2)、pp.20-26、2019.	国内誌	発表済	
2019	横山繁樹、技術支援における「半当事者」の役割、開発学研究、30(3)、2020.	国内誌	発表済	
2021	辻本泰弘、「アフリカの養分欠乏環境における効率的なイネ生産技術の開発」、JATAFF journal : 農林水産技術 9(4)、17-22、2021-04	国内誌	発表済	
2021	白鳥佐紀子 2021.6. マダガスカル農村部での家計調査と栄養改善への示唆. 熱帯農業研究14(1)、31-32.	国内誌	発表済	
2021	辻本泰弘 2021.6. 養分利用に優れた稲作技術開発でマダガスカルの食料安全保障に貢献. 熱帯農業研究14(1)、31-32.	国内誌	発表済	
2021	白鳥佐紀子「地域の実情を踏まえ食の変革を」 2021.7.28 日本経済新聞26面 私見卓見	新聞記事	発表済	

著作物数 9 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
2020	P-dipping技術の普及員、農家等へのマニュアル配布とデモンストレーション実施	P-dipping技術マニュアル
2021	ICA アフリカ稲作技術マニュアル(2021年4月発行)にP-dippingが掲載	https://openiicareport.ica.go.jp/841/841/841_400_12357828.html

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
2016	国内学会	辻本泰弘(JIRCAS)・Tovohery Rakotoson (LRI)、マダガスカル中央高地においてケイ素施用がイネの窒素利用効率と収量に及ぼす影響、2016年度土壌肥料学会、佐賀大学、2016年9月5-7日	口頭発表
2017	国内学会	辻本泰弘(JIRCAS)・Tovohery Rakotoson (LRI)、熱帯のイネ作付圃場におけるケイ素施用の効果と圃場間差異の解析、2017年度土壌肥料学会、東北大学、2017年9月5-7日	口頭発表
2017	国内学会	川村健介, 辻本泰弘, 浅井英利(JIRCAS), Michel Rabenarivo, Andry Andriamananjara, Tovohery Rakotoson(LRI), “室内分光計測に基づくマダガスカル土壌中の全窒素・全炭素の推定”, システム農学会, 新潟大学, 2017年6月27-28日	口頭発表
2018	国際学会	Andriamananjara, A., Kawamura, K., Rabenarivo, M., Asai, H., Rakotoson, T., Tsujimoto, Y. Estimating oxalate P of paddy soils in Madagascar using Vis-NIR reflectance spectroscopy, 6th symposium on Phosphorus in Soils and Plants (PSP6)、ベルギー、ルーベン、2018年9月10-13日	ポスター発表
2018	国際学会	Rakotoson, T., Tsujimoto, Y., Effects of farmyard manure and soil characteristics on soil-plant P dynamics in submerged rice, 6th symposium on Phosphorus in Soils and Plants(PSP6)、ベルギー、ルーベン、2018年9月10-13日	口頭発表
2018	国際学会	Seheno Rinasoa, Tovohery Rakotoson, Yasuhiro Tsujimoto, Lilia Rabeharisoa, Matthias Wissuwa Potential of nursery phosphorus micro-dosing in lowland rice production in Madagascar, 6th symposium on Phosphorus in Soils and Plants (PSP6)、ベルギー、ルーベン、2018年9月10-13日	ポスター発表
2018	国際学会	Tomohiro Nishigaki, Yasuhiro Tsujimoto, Seheno Rinasoa, Tovohery Rakotoson, Andry Andriamananjara, Tantely Razafimbelo, P uptake of rice plants are highly related to the soil P forms and oxalate-extractable Al and Fe in the typical P-deficient soils of Madagascar, 6th symposium on Phosphorus in Soils and Plants (PSP6)、ベルギー、ルーベン、2018年9月10-13日	ポスター発表
2018	国内学会	SAYANAGI, N. R, RANDRIAMANANA, T, RAZAFIMBELONAINA, H. S. A, RABEMANANTSOA, N, ABEL-RATOVO, H. L, YOKOYAMA, S., Psychological Measurement of Motivation in Development Aid Projects: Findings and Challenges from a Farmer Training Program in Madagascar、日本心理学会第82回大会、仙台、2018年9月	口頭発表
2018	国内学会	西垣智弘(JIRCAS), Seheno Rinasoa, Tovohery Rakotoson, Andry Andriamananjara, Tantely Razafimbelo(LRI), 辻本泰弘(JIRCAS)、マダガスカル中央高地の農耕地において作物種と土壌理化学性が根圏土壌中のリンの存在形態と作物リン吸収に与える影響、日本土壌肥料学会2018年度神奈川大会、2018年8月	口頭発表
2018	国内学会	Naoki Moritsuka, Kensuke Kawamura, Yasuhiro Tsujimoto, Michel Rabenarivo, Andry Andriamananjara, Tovohery Rakotoson, Tantely Razafimbelo, Reproducibility and compatibility of visual and instrumental measurement of soil color、第124回熱帯農業学会、京都、2018年9月	口頭発表
2018	国内学会	川村健介, 辻本泰弘, 浅井英利, Rabenarivo, M., Andriamananjara, A., Rakotoson, T.「ドローンを用いたマダガスカル中央高地の多様な養分条件下にある水稲圃場の施肥効果の評価」システム農学会2018年度春季大会、鳥取大学、2018年5月26-27日	口頭発表
2018	国内学会	川村健介、辻本泰弘、浅井英利、Michel Rabenarivo、Andry Andriamananjara、Tovohery Rakotoson、マダガスカル稲作土壌の全炭素含量の推定に有効な分光スペクトル波長領域のBackward interval PLS モデルによる選択、システム農学会2018年度秋季大会、広島、2018年11月	口頭発表
2019	国内学会	西垣智弘・川村健介・浅井英利・Tovohery Rakotoson・Andry Andriamananjara・Tantely Razafimbelo・辻本泰弘、風乾土水分含量を用いた土壌リン吸着能とリン施肥に対するイネのリン吸収応答の推定、日本土壌肥料学会、静岡、2019年9月	ポスター発表
2019	国際学会	RAKOTONINDRINA H., KAWAMURA, K., TSUJIMOTO, Y., RAZAKAMANARIVO H., RAMIFEHIARIVO N., ANDRIANARY, H.B., RABENARIVO M., ANDRIAMANANJARA A. Prediction of soil oxalate phosphorus content using Visible and Near Infrared Spectroscopy. Application to Malagasy agro-ecosystem and paddy soils. 2019 Conference “Geosciences : Resources, Risks and Technologies”, Antananarivo Madagascar, Sep2019.	口頭発表
2019	国際学会	Sayanagi, N. R.; Randriamanana, T., Razafimbelonaina, H. S. A., Rabemanantsoa, N., Abel-Ratovo, H. L., and Yokoyama, S., Motivation and Psychological Need Satisfaction in an Aid Project in Madagascar: The Challenges of Developing Psychometric Scales in Developing Countries, 7th International Self-Determination Theory Conference, アムステルダム、オランダ、2019年5月21日	口頭発表
2019	国際学会	M Wissuwa, J Pariasca-Tanaka, R Tanaka, S. Mandaharisoa, M Rakotondramanana, N. Ranaivo, K Kondo, H Iwata, Developing nutrient efficient rice adapted to low-fertility soils in Africa. International Symposium on Rice Functional Genomics (ISRF2019). 台北、台湾、2019年11月	招待講演

2019	国内学会	浅井英利, Njato M. Rakotoarisoa, Ny Toky Razafinarivo, 西垣智弘, 高井俊之, 辻本泰弘. マダガスカル中央高地の低リン水田土壌におけるリン肥料および有機資材の有効性, 日本作物学会第249回講演会, つくば, 2020年3月	口頭発表
2019	国内学会	高井俊之, 阪田光和, Njato M. Rakotoarisoa, Ny Toky Razafinarivo, 西垣智弘, 浅井英利, 石崎琢磨, 辻本泰弘, マダガスカルの低肥沃度土壌におけるイネの穂数増加QTL-MP3の評価. 日本作物学会第249回講演会, つくば, 2020年3月	口頭発表
2020	国内学会	川村健介, 西垣智弘, 辻本泰弘, 浅井英利, 森塚直樹, Ratokonindrina, H., Andriamananjara, A., Rabenarivo, M., Rakotoson, T., Razafimbelo, T. 室内分光スペクトルの深層学習によるマダガスカル土壌中リン含量の推定システム農学会2020年度大会. 2020.10	口頭発表
2020	国際学会	Bruce Haja Andrianary, Yasuhiro Tsujimoto, Hobimiarantsoa Rakotonindrina, Aung Zaw Oo, Michel Rabenarivo, Herintsitohaina RazakamanarivoEffet de l'interaction entre l'application de phosphore et d'azote et de la date de repiquage sur le rendement rizicoleVers une connexion entre la recherche (innovante), la société et les enjeux du développement durable2021.1	口頭発表
2020	国際学会	Hobimiarantsoa Rakotonindrina, Naoki Moritsuka, Kensuke Kawamura, Yasuhiro Tsujimoto, Tomohiro Nishigaki, Herintsitohaina Razakamanarivo, Andry AndriamananjaraPrédiction des propriétés du sol à l'aide des paramètres de couleur et de la susceptibilité magnétique du sol, dans les bas-fonds et les hautes terres de la région de VakinakaratraVers une connexion entre la recherche (innovante), la société et les enjeux du développement durable2021.1	口頭発表
2020	国際学会	Tomohiro Nishigaki, Kensuke Kawamura, Naoki Moritsuka, Andry Andriamananjara, Michel Rabenarivo, Tovohery Rakotoson, Tantely Razafimbelo, Yasuhiro TsujimotoRapid soil assessment techniques for sustainable agricultural intensification in tropical agroecosystemsVers une connexion entre la recherche (innovante), la société et les enjeux du développement durable2021.1	口頭発表
2020	国際学会	Seheno Rinasoa; Tomohiro Nishigaki; Yasuhiro Tsujimoto; Lilia Rabeharisoa; Tovohery RakotosonEffets de la variation des caractéristiques des sols et des matières organiques sur la disponibilité du P pour le riz irriguéVers une connexion entre la recherche (innovante), la société et les enjeux du développement durable2021.1	口頭発表
2020	国内学会	Aung Zaw Oo, Yasuhiro Tsujimoto, Njato Mickaël Rakotoarisoa, Kensuke Kawamura, Tomohiro Nishigaki P-dipping of rice seedlings increases applied P use efficiency in high P-fixing soils, 2020年度土壌肥料学会(2020年9月オンライン開催)	口頭発表
2021	国内学会	Oo, A. Z., Tsujimoto, Y., Rakotoarisoa, N. M., Andrianary, B. H. 2021.9. P-dipping as a simultaneous solution to the excess use of phosphorus and sustainable rice production under climate-induced stresses. 日本土壌肥料学会2021年度北海道大会.	口頭発表
2021	国際学会	Andrianary, B.H., Tsujimoto, Y., Rakotonindrina, H., Rabenarivo, M., Razakamanarivo, H. 2021.9. The effect of N and P applications on rice yield can be changed by farmers' management practices—transplanting dates and densities—. 10th Asian Crop Science Association Conference.	口頭発表
2021	国内学会	Tsujimoto Yasuhiro., Aung Zaw Oo, Njato Mickael Rakotoarisoa, 肥料低減と環境ストレス回避に同時に有効な水稲施肥技術P-dippingの開発と普及、SATテクノロジー・ショーケース2021(2022年2月1日)	ポスター発表
2021	国内学会	RAMAHAIMANDIMBY Zoniaina, SHIRATORI Sakiko, RAFALIMANANTSOA Jules, and SAKURAI Takeshi. Livestock-Derived Foods: Are They Still Important for Food Security and Child Nutrition in Sub-Saharan Africa? Panel Data Evidence From Madagascar. 日本農業経済学会2022年3月大会	口頭発表
2021	国際学会	Ozaki, R., Tsujimoto, Y., Andriamananjara, A., Rakotonindrina, H., Sakurai, T., Impact of Information of Expected Effectiveness Based on Soil Quality on Farmers' decision of Fertilizer Use: Evidence from Madagascar. 31st International Conference of Agricultural Economics. 2021.8	口頭発表

招待講演	1
口頭発表	23
ポスター発表	5

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
2016	国内学会	辻本泰弘(JIRCAS)、アフリカで農業と格闘する～生産現場での取り組み、第2回農学中手の会研究集会、滋賀県雄琴市、2016年11月10-11日	口頭発表
2016	国内学会	近藤勝彦(JIRCAS)、リン酸欠乏耐性イネ育種への試み(ラボからフィールドまで)、第2回植物の栄養研究会、名古屋市、2016年9月2-3日	口頭発表
2017	国内学会	横山繁樹(JIRCAS)、佐柳信男(山梨英和大学)、稲作技術普及における農家間情報伝達と自律的動機づけに関する予備的考察、日本農業普及学会、東京都港区、2018年3月2日	口頭発表
2017	国内学会	辻本泰弘(JIRCAS)、フィールド研究のわくわく～アフリカの作物生産改善を目指して～、第132回日本育種学会シンポジウム、岩手大学、2017年10月7日	招待講演
2017	国際学会	Wissuwa, M.(JIRCAS)、Unlocking genetic variation stored in gene banks for the benefit of resource-poor farmers、TROPENTAG2017、Bonn, Germany、2017年9月20-22日	招待講演

2017	国内学会	Tanaka, R., J. King, (東京大学), M. Wissuwa (JIRCAS), H. Kajiya-Kanegae, H. Iwata(東京大学)、Genomic prediction of field performance of rice gene bank accessions based on phenotype data from IRRI and Madagascar、日本育種学会第133回講演会、九州大学、2018年3月25-26日	口頭発表
2017	国内学会	圓山恭之進、辻本泰弘、近藤勝彦(JIRCAS)、櫻井哲也(高知大)、硫黄欠乏土壌条件下におけるイネ遺伝資源を用いた比較トランスクリプトーム解析、第59回日本植物生理学会、札幌市、2018年3月28-30日	口頭発表
2018	国内学会	辻本泰弘、圓山恭之進、近藤勝彦(JIRCAS)、在来アウス品種のDJ123が硫黄欠乏下で根系の発達を促進する、日本作物学会第246回講演会、札幌市、2018年9月5-7日	口頭発表
2018	国内学会	辻本泰弘(JIRCAS)、アフリカの養分欠乏環境でイネの生産性を効率的に改善するための技術開発、日本熱帯農業学会第124回講演会シンポジウム、京都、2018年9月29-30日	招待講演
2018	国内学会	横山繁樹(JIRCAS)、農家間の技術情報伝達に関する予備的考察—マダガスカルにおける稲作普及プロジェクトを素材に—、日本農業普及学会、東京都港区、2019年3月7-8日	口頭発表
2018	国際学会	Kondo Katsuhiko, Matsuda Taro, Ohwaki Shizuka, Pariasca-Tanaka Juan, Wissuwa Matthias (JIRCAS)、Rice improvement for tolerance to phosphorous deficiency using a QTL analysis and chromosomal segment substitution lines derived from a cross between IR64 and DJ123、6th symposium on Phosphorus in Soils and Plants(PSP6)、ベルギー、ルーベン、2018年9月10-13日	ポスター発表
2018	国際学会	Wissuwa, M.(JIRCAS)、Breeding phosphorus efficient rice: from classical breeding to genomic prediction、6th symposium on Phosphorus in Soils and Plants(PSP6)、ベルギー、ルーベン、2018年9月10-13日	招待講演
2018	国内学会	Ozaki, R., T. Sakurai(東京大学)Impact of Upland Rice Cultivation on Farmers' Welfare in Madagascar、日本農業経済学会、東京大学、2019年3月31日	口頭発表
2018	国際学会	Sakiko Shiratori (JIRCAS) and Akemi Nishide, Micronutrient supply based on the Food Balance Sheet and the prevalence of inadequate intakes in Madagascar, The Nutrition Society Irish Section Conference 2018、コールレーン、英国、2018年6月20日	ポスター発表
2018	国内学会	白鳥佐紀子(JIRCAS) 開発途上国における農業と栄養、日本国際地域開発学会2018年度秋季大会シンポジウム『途上国の食料安全保障をめぐる最新動向』、日本大学、2018年12月15日	招待講演
2019	国内学会	横山繁樹(JIRCAS)、技術支援における「半当事者」の役割: SATREPSマダガスカル・プロジェクトの事例から、日本国際地域開発学会2019年度春季大会シンポジウム、『世界における農業普及の潮流と課題』、東京農業大学、2019年6月8日	招待講演
2019	国内学会	横山繁樹(JIRCAS)、「半当事者」としての農民トレーナーへの期待、日本農業経営学会、東北大学、2019年9月8日	口頭発表
2019	国内学会	Sayanagi, N. R. (山梨英和大学)、A Comparison of Farmers' Motivation towards Training Programs in Kenya and Madagascar: Differences Explained by Psychological Need Support、国際開発学会、東京大学、2019年11月16日	口頭発表
2020	国内学会	辻本泰弘、アフリカの養分欠乏環境でイネの生産性を効率的に改善するための技術開発、日本熱帯農業学会公開シンポジウム(2021年3月)	招待講演
2020	国内学会	白鳥佐紀子、マダガスカル農村部での家計調査と栄養改善への示唆、日本熱帯農業学会公開シンポジウム(2021年3月)	招待講演
2020	国際学会	Sakiko Shiratori, "On-Farm Agricultural Production Diversity", Micronutrient Forum 5th Global Conference 2020: CONNECTED, Nov 2020(オンライン開催)	招待講演
2020	国際学会	Yasuhiro Tsujimoto, "A challenge for improving fertilizer management to simultaneously cope with nutrient deficiency and climate-induced stresses for lowland rice production in Madagascar", East Africa Rice Conference 2021(オンライン開催)、2021年5月18-20日	招待講演
2021	国内学会	Oo, A. Z., Tsujimoto, Y., Rakotoarisoa, N. M., Andrianary, B. H. 2021.9. P-dipping as a simultaneous solution to the excess use of phosphorus and sustainable rice production under climate-induced stresses. 日本土壌肥料学会2021年度北海道大会.	口頭発表
2021	国内学会	Emmanuel ODAMA, Yasuhiro TSUJIMOTO, Shin YABUTA, Jun-Ichi SAKAGAMI, Effect of P-dipping priming on rice resilience to water and nutrient stress under rainfed lowland. 日本熱帯農業学会第131回講演会. 2022.3	口頭発表
2021	国際学会	Andrianary, B.H., Tsujimoto, Y., Rakotonindrina, H., Rabenarivo, M., Razakamanarivo, H. 2021.9. The effect of N and P applications on rice yield can be changed by farmers' management practices—transplanting dates and densities—. 10th Asian Crop Science Association Conference.	口頭発表
2021	国際学会	Tsujimoto, Y. 2021.5. A challenge for improving fertilizer management to simultaneously cope with nutrient deficiency and climate-induced stresses for lowland rice production in Madagascar. East Africa Rice Conference 2021.	招待講演

2021	国内学会	SHIRATORI Sakiko and NARMANDAKH Davaatseren , Seasonal energy intakes of rural rice farmers in Madagascar. 日本農業経済学会2022年3月大会	口頭発表
------	------	--	------

招待講演	11
口頭発表	14
ポスター発表	2

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			水稻新品種 FyVary32		水稻新品種	有	N044/21/MINAE/SG/DGA/SO C	2021/11/4	登録済み			JIRCAS, FOFIFA	なし
No.2			水稻新品種 FyVary85		水稻新品種	有	N044/21/MINAE/SG/DGA/SO C	2021/11/4	登録済み			JIRCAS, FOFIFA	なし
No.3													

外国特許出願数 2 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
2018	2018/11/6	若手農林水産研究者表彰	マダガスカルの農業生態系における有機物動態とその作物生産における有効利用	Andry ANDRIAMAN ANJARA	農林水産省	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2019	2019/4/9	国際科学技術財団研究助成	サブサハラアフリカでの食糧問題の解決に資する簡易水田土壌肥沃度評価法の開発	西垣智弘	公益財団法人国際科学技術財団	3.一部当課題研究の成果が含まれる	
2020	2020/11/12	農林水産技術会議会長賞	アフリカの養分欠乏環境における効率的なイネ生産技術の開発	辻本泰弘	農林水産省	2.主要部分が当課題研究の成果である	
2020	2021/2/19	ベスト異分野交流賞	マダガスカルのイネ生産性改善に向けた土壌肥沃度迅速評価法の開発	西垣智弘	つくばサイエンス・アカデミー	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/3/29	第18回日本作物学会論文賞	Challenges and opportunities for improving N use efficiency for rice production in sub-Saharan Africa	Yasuhiro Tsujimoto Tovohery Rakotoson Atsuko Tanaka Kazuki Saito	日本作物学会	2.主要部分が当課題研究の成果である	
2021	2021/11/26	第20回日本農学進歩賞	アフリカの栽培環境に適した効果的なイネ施肥技術の開発と普及	辻本泰弘	公益財団法人農学会	1.当課題研究の成果である	
2021	2021/7/31	Falling Walls Award, Life Sciences, Finalists 2021	Development of efficient fertilizer management technique in Madagascar	辻本泰弘	The Falling Walls Foundation	1.当課題研究の成果である	
2021	2021/9/10	Best presentation award (Oral)	The effect of N and P applications on rice yield can be changed by farmers' management practices—transplanting dates and densities—	Andrianary, B.H., Tsujimoto, Y., Rakotonindrina, H., Rabenarivo, M., Razakamanarivo, H.	10th Asican Crop Science Association Conference	1.当課題研究の成果である	
2021	2022/3/15	優秀発表賞	Effect of P-dipping priming on rice resilience to water and nutrient stress under rainfed lowland	Emmanuel ODAMA, Yasuhiro TSUJIMOTO, Shin YABUTA, Jun-Ichi SAKAGAMI	日本熱帯農業学会第131回講演会	3.一部当課題研究の成果が含まれる	

9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
2017	2017/10/6	Delire Madagascar	オンラインジャーナル	http://www.deliremadagascar.com/fy-vary-hampivoatra-ny-teknika-fambolem-bary-eto-madagasikara/	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/6	Inona ny vaovao	新聞		1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	Aceem Radio	ラジオ	18:30	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	Free FM	ラジオ	13:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/6	Le Citoyen Tanjombato	新聞	ページ2	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	On Air Radio	ラジオ	13:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	Viva Radio	ラジオ	18:15	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	TNTV	TV	20:30	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	RDB	ラジオ	19:30	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/6	Kolo TV/Kolo Radio	TV	19:30/20:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道

2017	2017/10/5	RNM	ラジオ	16:00/19:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	AZ Radio	ラジオ	18:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/6	RADIO Fanambarana	ラジオ	13:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/6	Olivosoa Radio 91.0 FM	ラジオ	13:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/6	La gazette de la grande île	新聞	ページ6	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	Malaza	新聞	20:00	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	Lu TV	TV	17:30	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2017/10/5	TVM	TV	19:30	1.当課題研究の成果である	キックオフ会議に関する現地メディア報道
2017	2018/3/1	RNM	ラジオ	12:30	1.当課題研究の成果である	JIRCAS理事長と農業畜産省事務次官との共同記者会見に関する現地メディア報道
2017	2018/3/1	MATV	TV	20:00	1.当課題研究の成果である	JIRCAS理事長と農業畜産省事務次官との共同記者会見に関する現地メディア報道
2017	2018/3/1	TVM	TV	19:30	1.当課題研究の成果である	JIRCAS理事長と農業畜産省事務次官との共同記者会見に関する現地メディア報道
2017	2017/12/5	外務省HP	日・マダガスカル首脳会談共同声明	http://www.mofa.go.jp/files/000313747.pdf	1.当課題研究の成果である	マダガスカル大統領訪日時の両国共同首脳声明の「文化、学術、人的交流」の中で、本プロジェクト活動の歓迎の意が言及された。
2019	2019/5/10	TVM	TV	https://www.youtube.com/watch?v=h5gdcmcH6iQ&feature=youtu.be	1.当課題研究の成果である	プロジェクトで構築した遺伝解析ラボ・交配施設およびリモセン・土壌分析ラボのお披露目式に農業畜産水産大臣が出席し、その様子が現地メディアに報道された。
2019	2019/5/11	Talatra	新聞		1.当課題研究の成果である	プロジェクトで構築した遺伝解析ラボ・交配施設およびリモセン・土壌分析ラボのお披露目式に農業畜産水産大臣が出席し、その様子が現地メディアに報道された。
2019	2019/7/4	Le Soleil	新聞	http://lesoleil.sn/japon-tsukuba-terre-dinnovations-agricoles/	2.主要部分が当課題研究の成果である	本プロジェクトを含む辻本研究代表の研究活動について、セネガルのメディアに紹介された。
2019	2019/7/5	Egypt today	新聞	https://www.egypttoday.com/Article/3/72471/Could-developing-agriculture-in-Egypt-s-Delta-be-part-of	2.主要部分が当課題研究の成果である	本プロジェクトを含む辻本研究代表の研究活動について、エジプトのメディアに紹介された。
2019	2019/7/12	Midi Madagascar	新聞	http://www.midi-madagasikara.mg/societe/2019/07/15/projet-fy-var-y-les-changements-climatiques-pris-en-compte/	1.当課題研究の成果である	第3回JCCIにおいて相手国研究代表と辻本研究代表が取材を受け、プロジェクトの概要、進捗について現地メディアに報道された。
2019	2019/7/12	Les Nouvelles	新聞	https://www.news.mada.com/2019/07/12/madagascar-japon-le-developpement-rizicole-au-coeur-de-la-cooperation/	1.当課題研究の成果である	第3回JCCIにおいて相手国研究代表と辻本研究代表が取材を受け、プロジェクトの概要、進捗について現地メディアに報道された。
2019	2019/7/12	TVM	TV	https://www.youtube.com/watch?v=krfXUKtEUjY	1.当課題研究の成果である	第3回JCCIにおいて相手国研究代表と辻本研究代表が取材を受け、プロジェクトの概要、進捗について現地メディアに報道された。
2019	2019/7/12	TVM	TV	https://www.youtube.com/watch?v=krfXUKtEUjY	1.当課題研究の成果である	第3回JCCIにおいて相手国研究代表と辻本研究代表が取材を受け、プロジェクトの概要、進捗について現地メディアに報道された。
2019	2019/7/12	TVM	TV	https://www.youtube.com/watch?v=krfXUKtEUjY	1.当課題研究の成果である	第3回JCCIにおいて相手国研究代表と辻本研究代表が取材を受け、プロジェクトの概要、進捗について現地メディアに報道された。
2019	2019/7/12	TVM	TV	https://www.youtube.com/watch?v=krfXUKtEUjY	1.当課題研究の成果である	第3回JCCIにおいて相手国研究代表と辻本研究代表が取材を受け、プロジェクトの概要、進捗について現地メディアに報道された。
2019	2019/12/13	TVM	TV(2019年12月13日19時ニュース)	https://www.youtube.com/watch?v=qDS1gTRzqz0	1.当課題研究の成果である	中間評価をかねたワークショップの様子、プロジェクトの概要とこれまでの成果について現地メディアに報道
2019	2019/12/12	Viva Radio	ラジオ(2019年12月12日12時ニュース)	https://www.youtube.com/watch?v=qDS1gTRzqz0	1.当課題研究の成果である	同上

2019	2019/12/13	VIVA TV	TV(2019年12月13日19時ニュース)		1.当課題研究の成果である	同上
2019	2019/12/12	Kolo TV	TV(2019年12月12日20時ニュース)	https://www.youtube.com/watch?v=fepDPgflOhQ	1.当課題研究の成果である	同上
2019	2019/12/13	Midi Madagascar	新聞	http://www.midi-madagasikara.mg/economie/2019/12/13/projet-fy-vary-une-amelioration-varietale-pour-augmenter-la-productivite/	1.当課題研究の成果である	同上
2019	2019/12/13	L'Express de Madagascar	新聞	https://lexpress.mg/13/12/2019/filiere-rizicole-introduction-de-variete-de-riz-pour-les-sols-fertiles/	1.当課題研究の成果である	同上
2019	2019/12/13	RNM	ラジオ(2019年12月12日12時30分ニュース)		1.当課題研究の成果である	同上
2019	2020/1/27	Midi Madagascar	新聞(p7)	http://www.midi-madagasikara.mg/societe/2020/01/27/madagascar-japon-un-bond-pour-la-filiere-riz-dici-a-deux-ans/	1.当課題研究の成果である	現地メディアが、プロジェクトの試験圃場を訪問して、リン浸漬処理(P-dipping)技術などを同国のイネ生産改善の有望技術として取り上げた。
2019	2020/1/27	Les Nouvelles	新聞(p11)	https://www.newsmada.com/2020/01/22/projet-fy-vary-phase-de-test-pour-la-technique-p-dipping/?fbclid=IwAR2i_Q2fe5BxuMaGCS8Yuu3ekYefEJim8em2ven9wB8TKKg9zoS9Xvcw4A	1.当課題研究の成果である	同上
2019	2020/1/27	Express	新聞		1.当課題研究の成果である	同上
2019	2020/2/22	TVM	TV放送(21時～)		1.当課題研究の成果である	カウンターパートや協力農家へのインタビューを交えながら、P-dippingや有望系統などプロジェクトの開発技術が紹介された。
2020	2020/5/15	科学新聞	移植苗のリン浸漬処理でイネ増収と冷害回避実現	p.4	1.当課題研究の成果である	
2020	2020/6/1	JSTnews(2020年6月号)	少ない肥料で米の収量を増やす新技術 マダガスカル食糧問題や貧困の改善を目指す	p.7	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/1/27	Les Nouvelles (新聞)	新種米の開発:Fy Varyの成果	https://www.newsmada.com/2021/01/27/nouvelles-varietes-du-riz-fy-vary-est-un-succes/	1.当課題研究の成果である	プロジェクトの活動(若手育成)に関するメディア報道
2020	2021/1/27	Les Nouvelles (新聞)	「今日の一枚」学生たちに機材の使い方を説明する研究者たち	P. 8	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/1/27	Midi Madagascar (新聞)	「あちこちで撮影された写真」FOFIFAの研究者が最新の機材でデモンストレーションを行なった	P.24	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/2	農業畜産水産省のFacebook		https://web.facebook.com/watch/?v=455935952246809	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/26	JICAマダガスカル事務所のFacebook	高収量で丈夫な品種とより少ない施肥の技術:FyVaryの成果	https://bit.ly/3bLHBC1	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/26	TVM (テレビ 公共)	夜の7時のニュース 稲作:Behenjyで行われているP-dippingの試験:少ない肥料で多くの収量、洪水や悪天候に高価	https://bit.ly/2OeK2Vo	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/26	VIVA (テレビ 民放)	夜の7時半のニュース (内容は同上)	https://bit.ly/3e0SlyX	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/26	RNM (ラジオ)	夜の7時のニュース (内容は同上)		1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/27	内務省のFacebook		https://bit.ly/3uBamKI	1.当課題研究の成果である	

2020	2021/2/27	L' Express de Madagascar (新聞)	P.7	https://bit.ly/3r3YxtL	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/27	Midi Madagasikara (新聞)	P.6	https://bit.ly/2ZYiKWf	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/27	Les Nouvelles (新聞)	P4	https://bit.ly/3bVZ1Ma	1.当課題研究の成果である	
2020	2021/2/27	RDB (ラジオ)			1.当課題研究の成果である	
2020	2021/3/1	RDB (ラジオ)	FOFIFA所長へのインタビュー		1.当課題研究の成果である	
2020	2021/3/1	農業畜産水産省の Facebook		Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche - Publications Facebook	1.当課題研究の成果である	
2021	2021/12/17	化学工業日報	低養分で育つ水稲新品種:国際農研など開発 マダガスカルで普及	4面	1.当課題研究の成果である	水稲新品種のリリースについて
2021	2021/12/5	日本農業新聞	熱帯地域で新品種開発・JIRCAS・米新品種開発		1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/13	Les Nouvelles (新聞)	Succes de la technique 'P-dipping'	8面	1.当課題研究の成果である	第5回JCCの開催および得られた研究成果について
2021	2021/10/13	L' Express de Madagascar (新聞)	Les Projet Fyvary fait ses preuves	6面	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/13	JICAマダガスカル事務所の Facebook		https://web.facebook.com/jicamadagascar/posts/4449176051838136	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/13	Lakroan' i Madagasikara online (オンライン記事)	Projet Fy Vary Réduire la pauvreté et mettre fin à la famine dans les zones rurales		1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/12	Kolo TV(テレビ放送)	20時～	https://www.youtube.com/watch?v=Si4Fpc5bzPk	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/12	I-BC(テレビ放送)	20時～	https://youtu.be/WnchcA07K0	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/12	TVM(テレビ放送)	19時～		1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/12	TNTV(テレビ放送)	19時15分～	https://www.youtube.com/watch?v=lw8nZi5ADDw	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/12	Amitite TV(テレビ放送)		https://youtu.be/K2-gd7XpklY	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/10/12	ACEEM Radio	12時～		1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/11/28	TVM(テレビ放送)		18時45分～	1.当課題研究の成果である	プロジェクトFyVaryのPV放映
2021	2021/11/5	JICAマダガスカル事務所の Facebook		https://web.facebook.com/jicamadagascar/posts/4522150757873998	1.当課題研究の成果である	水稲新品種のリリースについて
2021	2021/11/5	L' express de Madagascar (新聞)	Filiere riz - De Nouvelles varietes de riz decouvertes	https://lexpress.mg/05/11/2021/filiere-riz-de-nouvelles-varietes-de-riz-decouvertes/	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/11/5	News Mada(新聞)	Projet Fy Vary: homologation de deux nouvelles varietes de riz	https://newsmada.com/2021/11/05/projet-fy-var-y-homologation-de-deux-nouvelles-varietes-de-riz/	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/11/4	Orange actu (新聞)	FyVary32 et FyVary85, deux nouvelles varietes de riz pour ameliorer la productivite rizicole	https://actu.orange.mg/tv-var-y-32-et-fy-var-y-85-deux-nouvelles-varietes-de-riz-pour-ameliorer-la-	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/11/5	Midi Madagsacar (新聞)	Les nouvelles varietes de riz developpees par le projet Fy Vary	20面	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/11/4	Le JITE(テレビ放送)		https://www.youtube.com/watch?v=hwN49aaNJ-Y	1.当課題研究の成果である	同上
2021	2021/11/4	農業畜産水産省の Facebook	KARAZAM-BARY VAOVAO: FYVARY 32 ET FYVARY 85	https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=5092812180747637&id=369994809696088	1.当課題研究の成果である	水稲新品種のリリースについて
2021	2021/11/30	農業畜産水産省の Facebook		https://www.facebook.com/maep.Madagascar/videos/299848148640941/	1.当課題研究の成果である	プロジェクトFyVaryのPV (>1000回再生、481件シェア)

2021	2022/1/15	YouTube		https://www.youtube.com/channel/UC7XWJIDVAWm63A-m8kgJeMw		プロジェクトFyVaryのPV
------	-----------	---------	--	---	--	-----------------

82 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
2016	2016/6/29	第1回SATREPS勉強会	つくば(日本)	22	非公開	プロジェクト関係者に対して、活動計画と想定する主な成果について発表し、意見交換を行った。
2016	11月24-26日	dP SPAD (Research and Training Platform in Partnership for the Production Systems and Sustainability in the central highland of Madagascar) 2016 Scientific Committee	アンチラベ(マダガスカル)	50	非公開	CIRADが主催するマダガスカル農業研究プラットフォームにおいて、SATREPSの活動計画を紹介し、研究活動の連携について意見交換を行った。
2017	2017/6/12	年次計画検討会	つくば(日本)	18	非公開	プロジェクト関係者と、1年目の活動計画および想定する主な成果に関する会議を行った。
2017	2017/10/4	合同技術委員会(TCC)	アンタナナリボ(マダガスカル)	15	非公開	POをもとにプロジェクト1年目の進捗と計画を課題毎に確認した。
2017	2017/10/5	キックオフ会議	アンタナナリボ(マダガスカル)	104	公開	プロジェクトの立ち上げをマダガスカル国内に広く発信した。
2017	2017/11/2	JIRCAS国際シンポジウム	東京(日本)	185(1)	公開	JIRCASの栄養改善取り組みの一例として紹介。
2017	2018/1/30	JIRCAS特別セミナー「SATREPSマダガスカルの概要と共同研究機関の紹介」	つくば(日本)	25(2)	非公開	主要共同研究機関であるLRIのTantely Razafimbelo所長とFOFIFAのRaymond Rabeson稲作研究部長を招いて、プロジェクト概要および両機関に関するセミナーをJIRCASで開催した。
2017	3月3-4日	遺伝育種学集中講義	アンタナナリボ(マダガスカル)	31	非公開	課題2リーダーのビスバ主研がアンタナナリボ大学で、カウンターパートの若手研究者や大学院生を対象に、育種学に関する集中講義を実施して、同分野における相手国の能力向上に貢献した。
2017	2017/10/5	マダガスカル農業畜産省Randrianaritiana Pierrot Serge事務次官との面会	アンタナナリボ(マダガスカル)	-	非公開	農業畜産省が主体となり、成果の活用(PDMの上位目標)を推進することが言及された。
2017	2017/10/5	マダガスカル高等教育・科学技術省Ralijaona Christian Guy事務次官との面会	アンタナナリボ(マダガスカル)	-	非公開	プロジェクトが創出する稲作技術開発と活動を通じたマダガスカル・日本間の研究パートナーシップの強化への期待が言及された。
2017	2018/3/1	マダガスカル農業畜産省Rakotobe Tovondriaka事務次官との面会	アンタナナリボ(マダガスカル)	-	非公開	同国のイネ生産改善には、土壌養分や肥料の効率的利用を促進する技術開発やマダガスカルの栽培環境に適応した品種開発が必要であり、両国の研究者がこれらの課題に共に取り組むことを歓迎された。
2018	2019/6/5	年次計画検討会	つくば(日本)	20	非公開	プロジェクト関係者と、進捗と計画に関する会議を行った。
2018	2018/7/5	合同技術委員会(TCC)	アンタナナリボ(マダガスカル)	20	非公開	POをもとにプロジェクト1年目の進捗と計画を課題毎に確認した。
2018	2018/7/31	相手国研究員によるセミナー開催	京都大学	15	非公開	招へい研究員2名が訪問先の京都大学でこれまで得られた成果に関するセミナーを開催。
2018	2019/9/26	セミナー開催「Optimal soil and crop management for sorghum cultivation on three dominant soils of the Sudan Savanna」他	アンタナナリボ(マダガスカル)	25	非公開	SATREPSブルキナファソとの連携の一環として、同プロに参画するJIRCAS伊ヶ崎研究員をマダガスカルに招き、課題1,3で得られた成果の紹介と合わせてセミナーを開催。
2018	2018/10/4	マダガスカル農業畜産大臣のJIRCAS訪問	つくば(日本)	15	非公開	マダガスカル農業畜産大臣にプロジェクト紹介を行い、継続的なプロジェクト活動への支援と、開発された技術の普及に向けて農業畜産省が先導的役割を果たすことを約束。
2018	2018/11/16	合同技術委員会(TCC)およびワークショップ	アンタナナリボ(マダガスカル)	45	非公開	進捗に関して16名の課題担当者がプレゼン発表を行い、今後の計画および連携について議論を交わした。
2018	2019/12/13	上記会議を含めたプロジェクト紹介「科学の力で効率的なコメの増産を目指す: FY VARY(いいお米)プロジェクト」	JICAウェブサイト	https://www.jica.go.jp/madagascar/office/information/event/20181213.html	公開	上記のTCC会議を含めたJICAウェブサイト上でのプロジェクト紹介
2019	2019/5/10	プロジェクトラボのお披露目におけるマダガスカル農業畜産水産大臣のスピーチ	アンタナナリボ(マダガスカル)	50	公開	プロジェクトで構築した研究ラボのお披露目式において、農業畜産水産大臣がスピーチを行った。
2019	2019/7/3	アフリカ10か国の記者取材	つくば(日本)	20	非公開	JICA広報室のプロジェクトの一環として、アフリカ10か国の記者を受け入れ、本プロジェクトの活動を紹介した。
2019	2019/7/5	年次計画検討会	つくば(日本)	22	非公開	プロジェクト関係者と、進捗と計画に関する会議を行った。
2019	2019/8/28	TICAD7の公式サイドイベント「アフリカを動かす力ー食・農業の未来にむけてー」での講演(辻本)	横浜(日本)	100	公開	TICAD7の公式サイドイベント(農林水産省主催)において、本プロジェクトの概要と進捗についてプレゼンを行った。
2019	2019/8/28	TICAD7の公式サイドイベント「アフリカを動かす力ー食・農業の未来にむけてー」での講演(白鳥)	横浜(日本)	100	公開	TICAD7の公式サイドイベント(農林水産省主催)において、白鳥研究員が本プロジェクト課題4の内容と進捗についてプレゼンを行った。
2019	2019/8/30	マダガスカル農業畜産水産大臣との面談	横浜(日本)	6	非公開	TICAD7に来日した大臣と会談を行い、プロジェクト成果への期待と社会実装に向けた更なる協力が約束された。
		FY VARYプロジェクトWebサイト	プロジェクトWebサイト	https://www.jircas.go.jp/ja/satreps	公開	プロジェクトWebサイトでの継続的な活動紹介(これまでに93件の記事を掲載)
2019	2020/12/12	プロジェクト中間評価ワークショップ	アンタナナリボ(マダガスカル)	75	非公開	中間評価をかねた現地ワークショップを開催。現地メディアでも取り上げられ、これまでの成果を広く発信した。

2019	2020/1/23	国際連合食糧農業機関(FAO)のグスタフソン副事務局長のJIRCAS訪問	つくば(日本)	12	非公開	国際連合食糧農業機関(FAO)のグスタフソン副事務局長一行の訪問に際して、辻本研究代表がSATREPSの取組みと成果を紹介し、マダガスカルでのFAOとの連携を協議した。
2019	2020/2/21	在マダガスカル日本大使へのプロジェクト概要説明	アンタナナリボ(マダガスカル)	5	非公開	2020年1月に着任した在マダガスカル日本大使館の樋口大使を表敬し、辻本研究代表がプロジェクトの概要とこれまでの成果について説明した。
2020	2020/6/26	農林水産省国立研究開発法人審議会にプロジェクトの成果・活動に関するプレゼン	オンライン	不明	非公開	農林水産省国立研究開発法人審議会にプロジェクトの成果・活動に関するプレゼンを実施した。
2020	2020/7/7	中間評価面接	オンライン	-	非公開	プロジェクトの中間評価
2020	2020/8/7	年次計画検討会	つくば(日本)	25	非公開	プロジェクト関係者と、進捗と計画に関する会議を行った。JICAおよびJSTからも参加。
2020	2021/1/7	マダガスカル農業畜産水産大臣との面談	アンタナナリボ(マダガスカル)	1	非公開	日本人長期専門家の再赴任の表敬時に、プロジェクトの進捗状況をプレゼンし、P-dippingの圃場視察を提案した。
2020	2021/1/21	マダガスカル農業畜産水産次官との面談	アンタナナリボ(マダガスカル)	1	非公開	3名のFOFIFA研究者の正規雇用と2021年の予算確保の依頼を行った。
2020	2021/2/3	内閣府国立研究開発法人イノベーション戦略会議への研究動画紹介	Webサイト	http://www.cao.go.jp/lib_006/5kokken/5kokken_13.html	公開	内閣府国立研究開発法人イノベーション戦略会議のWebサイトに、SATREPSプロジェクトの成果や活動を紹介する動画が掲載された。
2020	2021/2/4	FAOマダガスカル代表とのオンライン会議	オンライン	5	非公開	2020年9月にマダガスカルに着任したFAOのポリコチャールズ代表とWeb会議を行い、プロジェクトの活動、成果を紹介するとともに、FAOとの連携について意見を交わした。
2020	2021/2/19	SATテクノロジー・ショーケース2021	つくば(日本)	100	公開	マダガスカルのイネ生産性改善に向けた土壌肥沃度迅速評価法の開発
2020	2021/2/24	在マダガスカル日本大使へのプロジェクト概要説明	オンライン	-	非公開	2/26に予定されているサイト視察に向け、プロジェクトの概要説明を目的に、内閣府の国立研究開発法人イノベーション戦略会議のWebサイトを事前に視聴してもらった
2020	2021/2/26	P-dippingおよび品種登録候補の研究成果紹介のためのサイト視察(農業畜産水産大臣、内務大臣、高等教育科学技術省事務次官、ヴァキナカラチャ県知事、在マダガスカル日本大使他)	ベヘンジ(マダガスカル)	70	非公開	マダガスカルの農業畜産水産大臣らが研究サイトを訪問し、開発したイネのリン浸漬処理技術や有望系統などの成果を発信した。同大臣、県知事、大使がこれら成果がマダガスカルのイネ生産に貢献することへの期待と支援の約束が述べられた。
2020	2021/3/17	公開シンポジウムの開催	オンライン	100	公開	第129回熱帯農業学会の会期中にJIRCASが研究代表期間を務める3つのSATREPS課題(マダガスカル、ブルキナ、ポリビア)の合同での公開シンポジウムを実施した。
2021	2021/7/9	研究計画検討会	JIRCAS(日本)およびオンライン	27	非公開	プロジェクト年次計画に関する国内の参画者間での意見交換。プロジェクト延長に関する合意。JSTおよびJICAも参加。
2021	2021/10/11	マダガスカル農業畜産大臣との会談	マダガスカル	-	非公開	Harifidy Ramiloson農業畜産大臣と会談。農業大臣は、マダガスカルにとって最重要課題であるイネの安定生産に繋がる成果として、プロジェクトの活動、人材育成への取り組みを高く評価、農業畜産省が得られた成果の社会実装＝普及に努めることを約束。
2021	2021/10/14	在マダガスカル全権大使との会談	マダガスカル	-	非公開	在マダガスカル樋口全権大使と面会。2021年3月のプロジェクトサイト訪問への謝意と、研究の進捗についての報告。P-dippingの普及について、連携する農業資材会社Agrivetの会長にも話を通しておくなどのサポートに言及。日本の協力であることを積極的にアピールするよう提案を受けた。
2021	2021/10/14	FAOマダガスカル・コモロ・モーリシャス・セーシェル代表と会談	マダガスカル	-	非公開	FAOマダガスカル・コモロ・モーリシャス・セーシェル代表のMbuli Charles Boliko博士を訪問。FAOでは、南々協力の一例として、中国からの支援において、ハイブリッドライスの普及に努めていることを紹介され、我々が取り組むイネの品種開発、優良種子生産、普及といった点での協力を検討。
2021	2021/10/12	第5回合同調整会議(JCC)開催	マダガスカルおよびオンライン	33	非公開	プロジェクトの進捗と、参画研究者リスト・エフォート、供与機材、カウンターパート予算、招聘研究の内容を含めた最終年の計画を確認。供与機材およびプロジェクト延長文書の署名式。本会議と得られた研究成果について、現地メディアを通してマダガスカル国内に広く発信した。

2021	2021/11/1	マダガスカル農業畜産大臣との会談	マダガスカル	-	非公開	品種登録の成果を説明し、同成果について、謝意が述べられた。
2021	2021/11/3	Global Conference on Green Development of Seed Industries, FAO	オンライン	不明	公開	FAO主催の会議で、本プロジェクトで得られたマダガスカルでの新品種開発の成果を紹介
2021	2022/1/24	SATテクノロジーショーケース2022	つくば(日本)	100	公開	「肥料低減と環境ストレス回避に同時に有効な水稲施肥技術P-dippingの開発と普及」の発表
2021	2021/10/7	CARD会議	オンライン	不明	非公開	CARD会合で、相手国研究代表(農業総局長)が本プロジェクトの成果を紹介
2021	2021/11/4	新品種の公表イベント	マダガスカル	30名	非公開	普及員、JICA技プロ、行政(高等教育科学技術省事務次官他)、農家を招待して新品種のお披露目会を実施
2021	2021/10/6	P-dipping技術の普及員研修	マダガスカル	30名	非公開	JICAの技術協力プロPaprizがP-dipping技術の効果と手法に関する農業普及員対象のOJTを実施
2021	2021/5/27	36th resilience seminar, Kyoto University	オンライン	30名	公開	世界の栄養問題に関する講義の中でマダガスカルの例を紹介
2021	2021/10/5	みずほ証券インサイト&カタリスト(IC)勉強会	オンライン	80名	非公開	グローバルフードシステムに関する講義の中でマダガスカルの例を紹介
2021	2021/11/26	熊谷高校サイエンスツアー	つくば(日本)	20名	非公開	グローバルフードシステムに関する講義の中でマダガスカルの例を紹介
2021	2021/12/6	東京栄養サミット公式サイドイベント「Fruits and Vegetables – Research and Action Opportunities for Human and Planetary Health」	オンライン	500名	公開	マダガスカル食事調査から得られた示唆について発信
2021	2021/12/21	P-dipping技術の普及員研修	マダガスカル	20名	非公開	P-dipping技術の効果と手法に関する農業普及員対象のOJTを実施
2021	2021/12/1	圃場のリン施肥効果を推定するための土壌簡易評価法に関する講習	マダガスカル	20名		圃場のリン施肥効果を推定する土壌簡易評価法について、対象地域の農家に講習を実施した。測定の手軽さについて理解は得られた一方で、測定結果の解釈の仕方、結果に基づいて推奨される対策などをわかりやすく提示する必要がある等、課題が抽出された。
2021	2022/2/17	新品種の説明会	マダガスカル	40名	非公開	JICA技プロが主催するセミナーで、マダガスカル全国の種子検査官に対して、新品種を説明
2021	2021/9/2	外務省科学技術外交推進会議STIショーケースでのプロジェクト活動紹介	https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100229856.pdf	-	公開	松本外務大臣科学技術顧問から鷲尾外務副大臣に提出された外務省科学技術外交推進会議STIショーケースでプロジェクトの成果が紹介された。
2021	2022/3/7	マダガスカル農業畜産省事務次官との面談	マダガスカル	-	非公開	JICA事務所の要請により、プロジェクトの懸案事項であるFOFIFA研究者の雇用問題に関して事務次官と面談。事務次官から、プロジェクト終了までに具体的な解決が公表できるよう既に農業畜産省側で対策が取られていることが説明された。

58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
2017	2017/10/5	PDM、PO、研究実施体制等の承認	26	PDMの数値目標を具体化した。プロジェクトの略称=Fy Varyとロゴが確定。新規の参画機関として山梨英和大学が、新規の対象地域としてアロチャマングル県が追加承認された。
2018	2019/7/5	研究実施体制等の承認、進捗・問題点・改善策の確認	20	プロジェクト1年目の進捗と、参画研究者リスト・エフォート、供与機材、招聘研究の内容を含めた2年目の計画を確認した。カウンターパート予算や参画研究者の業務量などプロジェクトを円滑に進める上での問題点と改善点を相互に承認した。
2019	2019/7/12	PDM、PO、研究実施体制等の承認	26	プロジェクトのこれまでの進捗と、参画研究者リスト・エフォート、供与機材、カウンターパート予算、招聘研究の内容を含めた3年目の計画を確認した。さらに、TICAD7や12月に予定するJST中間評価およびWorkshopなどの機会を通して、農業畜産水産省が主導して本プロジェクトの推進に努めること、技術移転や品種登録等の成果の普及に向けて技術普及を推進するPaprizII(JICA技プロ)や農業畜産水産省の地方局との連携をより強化していくことを確認した。本会議について、現地メディアを通してマダガスカル国内に広く発信した。
2020	2020/9/17	PDM、PO、研究実施体制、成果等の承認	37	プロジェクトのこれまでの進捗と、参画研究者リスト・エフォート、供与機材、カウンターパート予算、招聘研究の内容を含めた4年目の計画を確認した。JST長峰研究代表から中間評価の結果が説明された。P-dippingの普及に向けた追加予算と、PDM目標値の上位修正が承認された。
2021	2021/10/12	PDM、PO、研究実施体制、成果等の承認、機材供与とプロジェクト期間延長の署名	33	プロジェクトの進捗と、参画研究者リスト・エフォート、供与機材、カウンターパート予算、招聘研究の内容を含めた最終年の計画を確認。供与機材およびプロジェクト延長文書の署名式。本会議と得られた研究成果について、現地メディアを通してマダガスカル国内に広く発信した。

5件

成果目標シート

研究課題名	肥沃度センシング技術と養分欠乏耐性系統の開発を統合したアフリカ稲作における養分利用効率の飛躍的向上
研究代表者名 (所属機関)	辻本 泰弘 (国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター)
研究期間	(平成28年6月1日～令和4年9月30日)
相手国名／主要相手国研究機関	マダガスカル共和国／農業畜産水産省、国立農村開発応用研究センター、アンタナナリボ大学放射線研究所、国立栄養局

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 国連の新たな開発目標(2016-2030)および日本政府が対アフリカ農業支援の核とするコメ生産倍増計画(CARD/TICAD)に対する貢献 鉱山開発の副産物として産出される肥料資源の地域農業への還元
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 低肥沃度環境および肥料資源枯渇に対応した養分利用効率に優れた育種素材と作物生産技術の開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 養分の吸収利用に寄与するイネの遺伝資源に関する知財獲得とマダガスカルでの有望系統の作出 マダガスカル在来イネ系統の特性評価と遺伝情報の入手
世界で活躍できる日本人人材の育成	国際共同研究の推進、国際会議・査読付き論文での成果公表を通じた国際的認知度の高い若手研究者の育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> 国際共同研究体制の構築 開発技術の広域展開に向けた国内外機関、メディア、種子・肥料セクターとの連携強化
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"> マダガスカル中央高地における土壤炭素量と養分欠乏の評価法マニュアルを作成、公開 養分吸収利用に寄与するイネのQTLを検出、DNAマーカー、遺伝子、およびこれらの素材を導入した有望系統を作出し、水稻新品種2点を公式リリース イネの生産効率を改善するための技術マニュアルと普及のための政策提言を作成 査読付き論文(25件以上)=38件

上位目標(5年後)

開発技術が対象地域の稲作農家に普及して、イネの生産性が改善される

開発技術がマダガスカルの普及活動に活用される=達成

プロジェクト目標

低投入・低肥沃度環境に適応した養分利用効率の高い稲作技術を開発し、技術普及のための基盤を整備する=達成

