

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

研究領域「生物資源の持続可能な生産と利用に資する研究」

研究課題名「難防除病害管理技術の創出によるバナナ・カカオの  
持続的生産体制の確立」

採択年度：令和2年（2020年）度/研究期間：5年/

相手国名：フィリピン共和国

令和4（2022）年度実施報告書

国際共同研究期間<sup>\*1</sup>

2021年11月18日から2026年11月17日まで

JST側研究期間<sup>\*2</sup>

2020年8月1日から2026年3月31日まで

（正式契約移行日令和3年9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： 渡辺 京子

玉川大学農学部・教授

# I. 国際共同研究の内容 (公開)

## 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

### (1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2020年度		2021年度		2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
	6か月		6か月					
<b>1. 菌類多様性の解明と生息域外保全</b>								
1-1 バナナおよびカカオ圃場の微生物の分離、同定、特性解析	← 菌株移動の契約		← 圃場選定		→ 微生物探索・分離・同定・特徴付け (病原菌・拮抗菌・マイコウイルスなどの探索)			
1-2 生息域外保全システムの構築	← CLSU菌類遺伝資源セクションのCLSU高価作物病害診断セクション設立		← 微生物ライブラリーの構築		→ 菌株の保存			
<b>2. バナナの病害防除技術開発</b>								
2-1 病害診断法の開発	← LAMP法などの診断法の開発		← 診断法の評価		→ 診断法の評価			
2-2 バナナ植物体の状態診断法(RNAチップ)の開発	← 病原菌感染による発現遺伝子を指標にした健康診断RNAチップの開発		← ケイ素供給に関連した病原菌抵抗性評価のための健康診断RNAチップの開発		→ RNAチップの評価・最適化			
2-3 AI発生予測アプリケーションの開発	← 圃場選定		← 発病の誘因条件の情報収集		→ アプリ開発			
					→ アプリの評価・最適化			
2-4 統合的栽培管理技術の開発	← 土壌中の病原菌密度の測定技術の開発		← 土壌還元法の還元剤の選定		→ 圃場準備			
					→ 土壌還元法の最適化			
					→ 微生物資材の選抜・評価			
					→ 植物体のケイ素濃度と病害抵抗性の関係性の調査			
					→ 土壌の可給態ケイ素量の調査			
					→ ケイ素源の選抜・評価			
					→ 休耕地の設定と圃場排水システムの検討、開発技術の適用法検討			
<b>3. カカオの病害防除技術開発</b>								
3-1 診断法の開発	← LAMP法などの診断法の開発		← 診断法の評価		→ 診断法の評価			
3-2 VSD病罹病苗検出用AI画像診断アプリケーションの開発					→ 罹病植物の画像データの収集			
					→ アプリ開発			
					→ アプリの評価・最適化・適用法の検討			
3-3 統合的栽培管理技術の開発	← 土壌還元法の還元剤の選定		← 土壌還元法の最適化		→ 栽培法の調査による問題の顕在化			
					→ 開発技術の適用法の検討			
<b>4. 開発技術の経済性評価と技術普及</b>								
4-1 環境・社会・経済的インパクトの評価	← パイロット農家および生産企業のベースライン調査 (現状把握)		← 開発技術の農家への技術導入のインパクトと課題の分析		→ 開発技術の農家への技術導入のインパクトと課題の分析			
4-2 普及のための産官学連携システムの構築	← CLSU菌類遺伝資源セクションのCLSU高価作物病害診断セクションへの技術移転		← バナナとカカオの病害防除のためのガイドラインの作成		→ 農業省普及所、バナナ組合等を通して農家・生産企業へ技術普及			
					→ 政府政策提案と普及活動への協力			
					→ 関係機関を対象にした普及に関するセミナーの開催			

## (2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

投入機材の到着の遅れから、ワークショップ開催などの技術移転が遅れている。2022年度は、渡航制限の解除以降、課題2のバナナの病害防除開発に注力した。当年度に購入が許可されたセンサーについては、導入が2023年の後半になるため、発生予察アプリ開発が遅れる見込みである。また、課題3のカカオの病害防除開発については、2023年度から本格的開始となるが、最終目標の変更はしない。

## 2. 計画の実施状況と目標の達成状況 (公開)

### (1) プロジェクト全体

#### ① プロジェクト目標の達成状況とインパクト

研究開始時に遅れた内容が影響し、全体的に研究が遅れている。ただし、課題1については、カルチャーコレクションへの保存菌株の準備が進んでおり、スケジュールを前倒しして進めている。

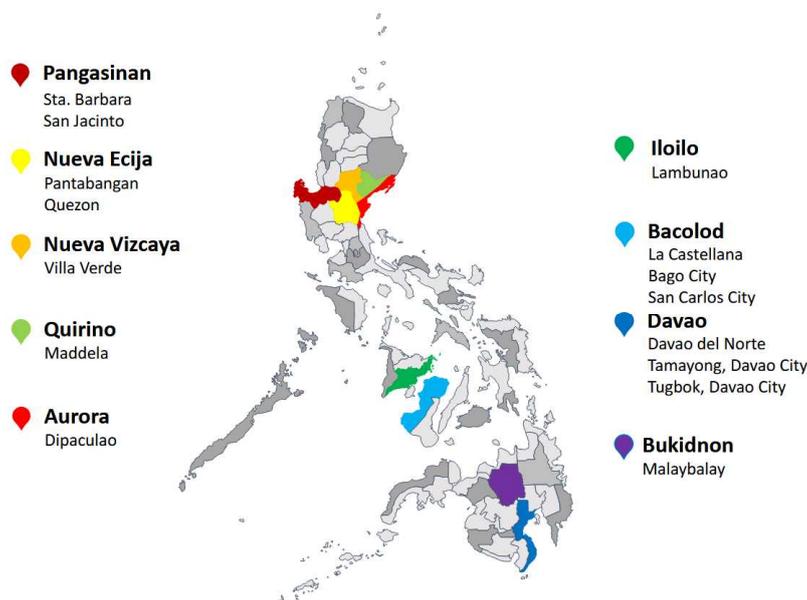


図1 菌類の採集場所

特に今年度は、渡航制限期間に実際に訪問できなかったセントラルルソン地域、カガヤンバレー、ビコール地域、西ビサヤ、北ミンダナオ、ダバオの公官庁や農業共同組合を訪問し、菌類採集等の許可と研究協力をお願いした。その際に、課題2、3の活動基盤となる菌株の収集のためのサンプリングを実施した。また、玉川大学にて研究用のバナナ・カカオを栽培できるようになり、研究が加速している。また、ミンダナオ島にてバナナ圃場を借用し、研究を開始した。

一方で技術移転、シンポジウムは対面により実施する計画であったためコロナウイルスの状況を鑑みて2022年度は実施せず、秋にセントラルルソン大学 (CLSU) メンバーなど限られたメンバーを日本に招き技術移転を実施した。

年度末に予定していたワークショップは、供与機材が年度内にCLSUに到着しなかったことにより延期した。しかし、既に関係者に対しては技術移転を行っているため、研究開発への影響はない。

## ②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）

これまでキャベンディッシュバナナにおける萎凋病の病原菌は TR4 であるとされていたが、本品種における本病の病原菌を調査したところ、新種の *Fusarium* 属菌が新たな病原菌として発見された。

カカオにおけるブラックポッドは、複数の菌による腐敗であった。疫病菌（ブラックポッド病菌）については、研究開発に用いるための菌株を得たが、今後、菌株数を増やさなければならない。

## ③研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)等

バナナ・カカオの生産の中心地であるミンダナオ島では、安全対策措置のため、ダバオ市中心部以外の地域で日本人研究者が直接実験に携わることができない。最も調整の難しかった当該地域における研究活動の流れとして、現地傭人ならびにユニフルーティトロピカル社 (UTPI) のスタッフによるサンプリングと、ダバオアナリティカルラボによるサンプル処理を行い、その後 CLSU へ輸送することを決め、これを一回実施した。

日本人の人材育成として、学部、大学院生の参画を本格的に開始した。

## ④人的交流の構築(留学生、研修等)

### 長期研修員

玉川大学博士課程 1名 (春季入学)、1名 (秋季入学)

三重大学博士課程 1名 (秋季入学)

### 短期研修員 (出張者を含む) 7名 11月11日～15日

Dr. Edgar A. Orden Dr. Renato G. Reyes Dr. Jerwin Undan

Dr. Rich Milton Dulay Dr. Garry Benico, Dr. Parsons Hail

Dr. Dionisio Alvindia

## (2)各研究題目

本課題では、9研究グループを編成し、研究課題に取り組んでいる。

研究グループA：バナナ・カカオ圃場の多様性理解

研究グループB：マイコウイルスの感染株の探索

研究グループC：生息域外保全システムの構築

研究グループD：病害診断I (病原菌の同定)

研究グループE：病害診断II (植物の診断)

研究グループF：土壌還元消毒

研究グループG：肥培管理

研究グループH：病害防除管理

研究グループI：経済性評価と技術普及

## (3)研究題目1：「バナナ・カカオ圃場における菌類生物多様性の理解と生息域外保全」

研究グループA (リーダー：石崎 孝之・Undan, Jerwin R.) バナナ・カカオ圃場の多様性の理解

研究グループB (リーダー：森山 裕充・Undan, Jerwin R.) マイコウイルスの感染株の探索

【令和4年/2022度実施報告書】【230531】

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

- ・バナナ・カカオ栽培圃場を日比協議のうえ選定した。また、日比合同および比単独で菌株の収集ならびにその特性調査を行った。菌類の分離・同定を合同で実施することにより必要に応じてカウンターパートに技術移転を行っている（研究グループA）。
- ・投入予定の研究機器の搬入・設置ができず、カルチャーセンターの保存株として正式に菌株の保存ができなかった。前年度に引き続きABS概論、各論などの知識の移転やカルチャーセンターの運営について議論した（研究グループC）。

### ②研究題目1の当該年度の目標の達成状況と成果

- ・菌類の採集を日比合同および比側単独で行った。特に本研究開発にて使用する *Trichoderma* 属菌、*Fusarium* 属菌、*Lasiodiplodia* 属菌を主な対象としてセントラルルソン地域、カガヤンバレー、西ビサヤ、北ミンダナオ、ダバオ、ナガにてサンプリングを実施した。これらのうち1,428菌株を生物多様性条約に則り CLSU との MTA のもと 2021年8月、2022年5月、9月、12月、2023年1月（計5回）に日本に輸入し、日比で分担して特性調査を開始した。
- ・カカオの果実腐敗の原因菌は疫病菌だけでなく *Fusarium* 属や *Colletotrichum* 属も原因菌となることが知られているが、フィリピンでもこれらの発生を確認し、一部の種を同定した（研究グループA、日比合同）。
- ・菌類の生息域外保全のための協議を日比合同で行い、カルチャーコレクションの役割について2回協議した。また製品評価機構バイオテクノロジーセンターの視察を研修として実施した（研究グループC）。
- ・疫病菌の分離、同定法を、日本で実施した研修で技術移転した（研究グループA）。
- ・比側が、萎凋病菌に対する拮抗微生物候補として2菌株を見出した（研究グループA）。

### 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

- ・バナナの萎凋症状から得た菌株から、これまでの萎凋病菌 TR4 とは種複合体レベルで異なる *Fusarium* 属の新種 *F. mindanaoense* を見出した（研究グループA）。

論文：Nozawa S, Seto Y, Takata Y, Narreto LA, Valle RR, Okui K, Taida S, Alvindia DG, Reyes RG, Watanabe K. *Fusarium mindanaoense* sp. nov., a New *Fusarium* Wilt Pathogen of Cavendish Banana from the Philippines Belonging to the *F. fujikuroi* Species Complex. *Journal of Fungi*. 2023 Apr 5;9(4):443.

### ④研究のねらい（参考）

- ・バナナおよびカカオに発生する病原菌について生態的な視点から病害を管理するために、これら病原菌の多様性と栽培圃場の菌類フロアを理解する。また、これらを保存する施設、病害診断のための施設を設置する。

### ⑤研究実施方法（参考）

- ・バナナ・カカオの栽培圃場から病原菌ならびに同所に生息する菌を収集し、特性調査を行い、菌類ライブラリーを構築し、CLSU に設立する菌類遺伝資源セクションに保存する。また、病原菌の同定と植物病害診断のためのプラットフォームとして、高付加価値作物病害診断セクションを設置する。

#### (4) 研究題目 2 : 「バナナの病害防除技術開発」

研究グループ D (リーダー: 中島 千晴・Dulay, Rich Milton R.) 病害診断 I (病原菌の同定)

研究グループ E (リーダー: 小松 健・Dulay, Rich Milton R.) 病害診断 II (植物の診断)

研究グループ F (リーダー: 野澤 俊介・Dulay, Rich Milton R.) 土壌還元消毒

研究グループ G (リーダー: 藤井 一至・Dulay, Rich Milton R.) 肥培管理

研究グループ H (リーダー: 渡辺 京子・Dulay, Rich Milton R.) 病害防除管理

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

病害診断技術の開発は、圃場選定、菌株入手、病原性試験などを経て開始されるため、開発に着手できるまでの工程が特に長い。暫定期間から続いたコロナ禍による渡航制限や大統領選挙の影響による渡航制限を受けて、圃場選定と菌株の分離が遅れたため、診断技術の開発が全体的に遅れている。他の項目については、比較的順調に進めている。本題目に係る技術として、バナナの組織培養や栽培方法、土壌還元消毒法について本邦にて比側リーダーに対して研修を行った。

##### ②当該年度の目標の達成状況と成果

- ・バナナの萎凋病菌 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* TR4 のみが有している特異的 DNA 塩基配列の候補として、病原性関連因子として知られる SIX 遺伝子群に着目し、該当配列を取得・検討した。技術移転も兼ねて、日本側が CLSU 留学生とともに実施した (研究グループ D)。
- ・日本国内で作成した LAMP-FLP (Loop-mediated Isothermal Amplification - Fluorescence Resonance Energy Transfer) 法によるプライマーセットの他に、より簡便で感度/特異度の高い配列を用いたプライマーセットを再設計する。またこれを用いて、菌株および罹病植物を用いた再現性の試験を行う (研究グループ D)。
- ・日本側が CLSU 留学生とともに、バナナシガトガ病の早期迅速診断のため、ターゲットとなる病原菌の分類学上の位置づけを、分子系統解析にて確認した (研究グループ D)。
- ・日本側で、バナナに日本国内で発生しているパナマ病菌 レース 1 を供試して接種試験を行い、接種後の植物から RNA を抽出するための方法の検討を行った。磁性体ビーズを用いた抽出法より、高純度の RNA の抽出に成功した。また、日本で病原菌をバナナに接種するのに適した植物体の生育ステージの検討を開始した (研究グループ E)。
- ・日本側で土壌還元試験の反復試験として、土壌還元資材を用いて日本国内でバナナの *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* R1 の nit 耐性菌を供試菌として土壌還元消毒を行い、最適な処理法を見出した (研究グループ F)。
- ・日本側で前年度に実施した R1 を用いた室内実験と同様に、*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* TR4 を用いて、土壌還元消毒後の土壌を用い、外部への散逸を完全に防止して人工気象器内でバナナ栽培試験を行った。その結果、土壌還元剤を施用した区ではバナナが健全に生育することを見出した (研究グループ F)。
- ・ミンダナオの圃場にて日比合同で TR4 を用いて屋外で土壌還元消毒法を実施したところ (図 2)、日本における実施結果と異なり、0.1%エタノール処理よりも 0.5%エタノール処理の消毒効果が高かったため、再度検討することとした (研究グループ F)。



図2 ミンダナオにおける小規模な土壌還元消毒実験

左：低濃度エタノール水溶液を土壌に灌水処理している様子

右：灌水処理後に透明ビニールで覆われた実験区

- ・バナナへのケイ酸施肥により、施用後50日以前に葉や茎にケイ素が蓄積することを明らかにした。また、ケイ酸カルシウム施肥土壌、炭酸カルシウム施肥土壌、無施肥土壌（pH3.5）におけるバナナのポット栽培試験（温室）によって、ケイ素吸収には土壌 pH が影響し、酸性条件で低下することが示された。一方、バナナのバイオマスやフザリウム接種の影響は数週間の栽培試験では顕在化しなかった。ケイ酸施肥はバナナの成長には影響しなかった（研究グループ G）。
- ・ケイ素による TR4 への直接的な生育抑制は認められなかった（研究グループ G）。
- ・病害の発病予測モデル、薬剤推奨モデルに関して収集データ等に関する留意事項の検討を行った（研究グループ H）。
- ・日比合同で栽培状況調査項目を抽出し、比国内でバナナ栽培の現状について調査を開始した（研究グループ H）。

### ③当初計画では想定されていなかった新たな展開

特にありません

### ④研究のねらい（参考）

- ・バナナパナマ病およびシガトカ病などのバナナの病害を制御するための新規技術を開発する。

### ⑤研究題目 2 の研究実施方法（参考）

- ・バナナパナマ病およびシガトカ病病原菌の検出法を開発し、両病害の迅速診断に寄与するとともに、両病害の感染を診断できる植物健康診断法を開発する。さらに、肥培・栽培管理等による防除技術に加え、発生予察のためのアプリにより適切な病害防除対策の時期を示す。既に病害が発生している圃場では、環境負荷が少なくフィリピン国内で安価に入手できる還元剤により還元消毒を実施する。これら総合的栽培管理技術として統合しバナナ圃場に適用させる。

### (5) 研究題目 3：「カカオ病害防除管理技術の開発」

研究グループ D（リーダー：中島 千晴・Benico, Garry）病害診断 I（病原菌の同定）

【令和 4 年／2022 度実施報告書】【230531】

研究グループ F（リーダー：野澤 俊介・Benico, Garry） 土壌還元消毒

研究グループ H（リーダー：渡辺 京子・Benico, Garry） 病害防除管理

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

- ・研究題目 2 のバナナの研究を優先して圃場選定などを実施したために、カカオの研究開発は大幅に遅れている。しかし、供試菌株の収集まではおおむね終了し、実験に取り掛かる準備ができた。土壌還元の実験方法については勉強会を実施したが、機材供与ができなかったため、CLSU にて試験が実施できなかった（研究グループ F）。
- ・日比合同で、調査圃場の候補を選定し、課題 4 の研究グループとともに栽培様式と病害発生調査を開始した（研究グループ H）。

#### ②研究題目 3 の当該年度の目標の達成状況と成果

- ・日本国内で発生するカカオ病害病原菌の同定を行い（Hattori, Y., Nakano, L., & Nakashima, C. (2023). Taxonomic re-examination of Japanese isolates of the genus *Lasiodiplodia*. *Mycoscience*, 64(2), 74-82. <https://doi.org/10.47371/mycosci.2022.12.004>）、フィリピンで発生している同病害病原菌との異同を検討するために、日本側と CLSU 留学生で培養および DNA 塩基配列の解析を開始した（研究グループ A・D）。
- ・比側のチームメンバーに研究内容と必要な土壌還元技術およびその利用について説明し、知識の移転を行った（研究グループ F）。
- ・土壌還元消毒の試験のためのカカオの病原菌を病害発生圃場から得て、保存した（グループ F）。
- ・日比合同でカカオ栽培技術の調査のための調査シートを作成し、比側のみあるいは日比合同で農家を訪問し調査を開始した（研究グループ H）。

#### 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

- ・カカオの病原菌である *Lasiodiplodia* 属菌がカカオ植物体だけではなく、カカオ圃場の土壌からも分離され、本病原菌の生活環の一部として土壌にも存在しているということが明らかになった。そのため、本病の防除体系として土壌消毒を組み込む必要があると考える。カカオブラックポッドの病原菌である疫病菌と併せて土壌還元消毒試験を行う予定である。

#### ④研究のねらい（参考）

カカオの育苗から定植にかけたカカオブラックポッド病・VSD 病の病害防除法を確立する。

#### ⑤研究実施方法（参考）

- ・カカオブラックポッド病・VSD 病の診断技術法を確立する。また土壌生息病原菌に対する有効な防除法として、還元消毒法を最適化し土壌病原菌であるブラックポッド病の発生を防ぐ。また、VSD 病の甚大な被害の伝染源となる VSD 罹病苗を特定するために、VSD 病診断画像アプリを開発する。

### (6) 研究題目 4：「開発技術の経済性評価と技術普及」

研究グループ I（リーダー：石川 晃士・Hail, Persons N.） 経済性評価と技術普及

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

- ・ベースライン調査による環境・社会・経済的インパクトの評価として、CLSUのあるルソン島のカガンバレー33か所、セントラルルソン地域10か所、ビコール地域14か所にてアンケート調査を行い、さらにダバオにて調査を行う準備として、自治体と会議を行った。(研究グループ I)

#### ②研究題目4の当該年度の目標の達成状況と成果

- ・当初、バナナおよびカカオの生産企業や契約農家、小自作農家等を対象としたベースライン調査は2022年度の中頃に終わっている計画であったが、暫定期間中の渡航制限の影響を受けて本調査の進捗が遅れている。残りの西ビサヤ20件、北ミンダナオ20件、ダバオ20件の計60件については、2023年度にインタビューを終える予定である。(研究グループ I)

#### 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

該当なし

#### ④研究のねらい(参考)

- ・産官学連携システムの構築により、プロジェクトにて開発した新規技術および統合技術体系の普及を効率的に行う。

#### ⑤研究実施方法(参考)

- ・バナナおよびカカオの生産企業や契約農家、小自作農家等に対して、病害による被害状況(被害額)を含めた経営状況に関するベースライン調査を実施し、開発した個別技術および統合技術の両方の導入例を提示する。普及活動は、植物病害対策の関係機関(研究機関、行政機関、民間企業、生産組合、生産農家等)の連携システムのもと技術普及セミナーやワークショップ等を実施する。また、バナナのパナマ病およびシガトカ病に対する統合技術ガイドラインとカカオのVSD病およびブラックポッド病に対する統合技術ガイドラインを作成し、農業省植物産業局の両作物の生産ガイドに組み入れられるよう協議を行う。

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

菌類採集ならびにカルチャーコレクションの準備以外の項目に関する研究開発は遅れているが、発生予察アプリ開発以外については、基本的な準備が整った。来年度にどれほど開発が進められるかが、目標達成の鍵となる。既に、バナナ・カカオの両作物において、防除対象とすべき病害が増えている。しかし、本プロジェクトでは当初の標的としていた病害について、他の病害についても留意しながら防除対策を進める予定である。

なお、*Fusarium* 属の新種が、これまで TR4 が原因と考えられていたバナナ萎凋病の病原菌となることを発表した論文のアクセス数は、発表日に約 250 件、1 カ月後に 1000 件を超えた。これは、これまでの想定にない病害発生の状況を本研究によって明らかにしたことを示すだけでなく、多くの研究者がこの問題に取り組んでいることを意味している。本プロジェクトの掲題する課題を解決するために、今後も技術開発と現地調査結果により、複合的な視点で病害防除技術の確立を目指す。

### 持続可能な開発目標（SDGs）への貢献

#### 開発目標 2. 飢餓をゼロに（2.3, 2.4, 2.5, 2a）

**貢献内容：**フィリピンの重要な輸出換金作物であるバナナとカカオについては、その生産拡大を通じた経済発展が国家開発計画に明記されている。難防除病害管理技術の開発は、同国のバナナとカカオの生産農家の持続的生産の拡大につながる。病害管理技術による両作物の病害発生の減少は、生産農家の所得を向上して飢餓をゼロにすることに寄与する。農薬散布量の削減は、持続的農業生産を可能とし、生産農家および近隣地域の住民の健康被害を削減することにもつながる。バナナの新パナマ病は、アジアおよび南米ばかりでなく、主食として栽培されている東アフリカのハイランドバナナにも感染が報告されはじめていることから、本病害管理技術を南南協力として他の生産国にも普及することで、バナナの世界的な安定生産に寄与する。

#### 開発目標 12. つくる責任 つかう責任（12.2, 12.4）

**貢献内容：**バナナおよびカカオの難防除病害管理技術の開発により、環境保全型農業としてフィリピンにおいてバナナおよびカカオの生産性向上に貢献することができ、また、適切な防除体系は、減農薬に繋がり、持続可能な農業生産を可能とする。

#### 開発目標 15. 陸の豊かさを守ろう（15.6）

**貢献内容：**本研究ではこれまでほとんど手付かずであったフィリピン共和国の微生物多様性を明らかにし、本研究で設置される微生物遺伝資源センターにて収集菌株の保存を行うことで国際合意に基づく遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分の推進に繋がり、同国内での遺伝資源への適切なアクセスの推進を実現できる。

生物多様性条約と名古屋議定書に則り生物遺伝資源の国際的な取り扱いの知識と経験を若手研究者に教授することで、産業界や学术界で活躍できる資源保有国および利用国の人材育成に貢献できる。

### 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）

#### プロジェクト全体

プロジェクトの遂行にあたって制限要因となったのは、コロナ禍の渡航制限と大統領選挙による 2022 年 6 月までの渡航制限である。さらに、機材が 2022 年度中に投入できなかったことによりフィリピン現地での研究開始が大幅に遅れた。研究基盤となる菌株の収集にあたっては、採集を行う土地の管理者からの許可が必要であり、活動場所で研究内容を説明した後に採集を行うため、開発研究に用いる必要最低限の菌株を集めるのに時間を要した。しかし、今年度で 2023 年度に向けた準備ができた。日本においては、バナナの病害防除に関して、栽培管理技術の研究開発に注力し、一定の成果を得ている。AI センサーを使用したデータ収集によるアプリ開発については、AI センサーの投入が 2022 年 11 月に JICA より許可され、第 2 期契約（2023 年 5 月開始）より発注ができることになったが、これまでの経験から推してフィリピン側の機材輸入許可取得までの時間を鑑みると、設置開始が 2023 年 9 月ごろになるかもしれない。開発期間が短くなる。プロジェクト実施期間内に開発が終わるかどうかは予想できない。しかし、その他の開発に注力し、病害管理技術システムとして構築する。

#### 研究題目 1

菌株の収集と同定は、予定以上に進んでいるが、投入機材が年度内に到着しなかったため、菌類遺伝資源セクションを設立し、カルチャーコレクションとして正式に保存するには至っていない。しかし、現地にて調達可能な冷蔵庫を設置したことで、簡易的に保存菌株の整理ができた。

#### 研究題目 2

土壌還元消毒を現地にて小規模に実施した。その結果、日本にて実施した結果とほぼ同じであったため、再度確認実験を行ったうえで中規模に実施し、現状の分析結果から導きだした栽培技術によって栽培を開始することとした。病害診断技術については、栽培に左右されないことから、現状は計画より遅れているが、挽回可能と考える。

#### 研究題目 3

カカオの防除技術については、準備を整えた段階であるが、既に土壌還元消毒については、予定が組まれており、来年度に挽回できる予定である。画像診断のアプリ開発については、罹病葉の写真撮影を行っている段階であり、今後、研究題目 4 でベースライン調査に対応して下さっている農家の方々にも撮影をお願いして写真を集めることとする。

#### 研究題目 4

予定より遅れているものの、ベースライン調査を着実にやっている。現段階では、他の課題が遅れていることもあり、全体のバランスとしては問題のない遅れである

#### その他

2022 年度は、研究題目 2 と 3 の開発に関連する研究題目 1 における菌株の採集と分離、小課題の多い研究題目 2 に注力した。すなわち、暫定期間中に実施予定だった公官庁や農業組合等への表敬をほぼ終了し、必要最低限の菌株を日本に移動した。さらに、バナナ・カカオへの栽培が日本で行えるようになり、CLSU には投入機材が供与される（2023 年 4 月）。2023 年度には日比それぞれで同等の研究が実施できる準備が整ったと言える。

2023 年度は、2022 年度の活動に加えて、課題 3 を本格的に開始する。また、CLSU への投入機材が揃

うため、実習を伴うワークショップの開催が実施できるようになる。

#### IV. 社会実装に向けた取り組み（研究成果の社会還元）（公開）

本プロジェクト内容を説明し、開発技術協力と普及について協力を要請した。

- ・ Department of Agriculture Regional crop protection iroiro (6月20日)
- ・ Negros 市役所 (6月20日)
- ・ Department of Agriculture Regional Field Office XI (8月25日)
- ・ ダバオ日本領事館 (8月25日)
- ・ 在京フィリピン大使館 行使・領事 (11月16日)
- ・ Department of Agriculture Region 5 Naga (11月29日)

また、Davao councilor (Committee on Agriculture) (2023年3月1日) と面談し、本プロジェクトで開発予定の拮抗微生物の培養場所の借用など、具体的な内容への協力が得られることとなった。

#### V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

2022	2022-09-28	日経新聞	「玉川大学農学部、バナナ病害菌の防除に挑む」UPDATE 知の現場	オンライン紙媒体	その他
2022	2022-11-25	まにら新聞	「バナナを病害から守れ」日比共同研究の報告会	紙媒体	その他

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
2022	Kazumichi Fujii, Yuri Ichinose, Kazuna Arai, Ken Komatsu, Chie Hayakawa, Dionisio de Guzman Alwindia, Kyoko Watanabe & Arief Hartono, Effects of soil types and fertility management practices on soil silicon availability and banana silicon uptake, February 2023, Soil Science and Plant Nutrition 69(6508):1-7	doi.org/10.1080/00380768.2023.2175177	国際誌	発表済	
2022	Nozawa S, Seto Y, Takata Y, Narreto LA, Valle RR, Okui K, Taida S, Alwindia DG, Reyes RG, Watanabe K. Fusarium mindanaoense sp. nov., a New Fusarium Wilt Pathogen of Cavendish Banana from the Philippines Belonging to the F. fujikuroi Species Complex. Journal of Fungi. 2023 Apr 5;9(4):443.	doi.org/10.3390/jof9040443	国際誌	発表済	

論文数 2 件  
うち国内誌 0 件  
うち国際誌 2 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。)

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

③ その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

④ その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
2022	渡辺京子・本橋慶一(志和地 弘信・遠城 道雄(編))熱帯作物学 2022・p 216	書籍	発表済	

著作物数 1 件  
公開すべきでない著作物 0 件

⑤ 研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

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
2022	国内学会	石川晃士(玉川大学), フィリピン共和国のバナナ及びカカオ生産体制確立のための産学官連携の取り組みへの一考察. 日本国際地域開発学会2022年春季大会. 日本国際地域開発学会, オンライン開催, 2022/6/4	口頭発表
2022	国内学会	福田聖子(日本大学), The preliminary study on the cultural management and practices on banana and cacao farming in Central Luzon for SATREPS, BaCaDM 日本国際地域開発学会2022年春季大会. 日本国際地域開発学会, オンライン開催, 2022/6/4.	口頭発表
2022	国際学会	中島千晴(三重大学), Taxonomic studies on Cercosporoid fungi in Asian countries, Asian Mycological Congress 2021, Thailand, 2022/8/3	招待講演
2022	国内学会	野澤俊介(玉川大学), Fusarium属菌の新種によるバナナ品種'キャベンディッシュ'の萎凋病(病原追加)、令和4年度日本植物病理学会関東部会、オンライン開催、9月15日(木)～9月19日(月)※左記期間中いつでも発表視聴可能	口頭発表
2022	国内学会	石川晃士(玉川大学), Banana Farmers' Cultivation Management Practices in Cagayan Valley Region, Research for tropical agriculture. , 日本熱帯農業学会, 鹿児島大学, 2022/10/15	口頭発表

招待講演 1 件  
口頭発表 4 件  
ポスター発表 0 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別

招待講演 0 件  
口頭発表 0 件  
ポスター発表 0 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件  
 公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

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

外国特許出願数 0 件  
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
----	-----	------	---------------------	-----	------	--------------------	------

0件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
2021	2021/11/26	Business World	CLSU, JICA partner on cacao, banana farm management research	<a href="https://www.bworldonline.com/economy/2021/11/26/413495/clsu-jica-partner-on-cacao-banana-farm-management-research/">https://www.bworldonline.com/economy/2021/11/26/413495/clsu-jica-partner-on-cacao-banana-farm-management-research/</a>	その他	
2021	2021/12/3	The Philippine Star	JICA funds sustainable farm management in Philippines	<a href="https://www.philstar.com/business/2021/12/03/2145295/jica-funds-sustainable-farm-management-philippines">https://www.philstar.com/business/2021/12/03/2145295/jica-funds-sustainable-farm-management-philippines</a>	その他	
2022	2022/4/7	The Manila Times	Japan university profs visit CLSU, conduct fieldwork for banana, cacao management project	<a href="https://www.manilatimes.net/2022/04/07/campus-press/japan-university-profs-visit-clsu-conduct-fieldwork-for-banana-cacao-management-project/1839168">https://www.manilatimes.net/2022/04/07/campus-press/japan-university-profs-visit-clsu-conduct-fieldwork-for-banana-cacao-management-project/1839168</a>	1.当課題研究の成果である	
2022	2022/05~06	TBSウェブサイトとTver	TBS地球を笑顔にするWeek		その他	
2022	2022/9/28	日経新聞	「玉川大学農学部、バナナ病害菌の防除に挑む」UPDATE 知の現場	オンライン	その他	
2022	2022/11/25	まにら新聞	「バナナを病害から守れ」日比共同研究の報告会	1面	その他	

6件

VI. 成果発表等

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

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2022	2022/4/21	Seeds Needs Webinar Series #10	フィリピン	50人	公開	The Development of Novel Disease Management Systems for Banana and Cacao
2022	2022/6/23	The 4th International Research and Development Conference of the JSPS Alumni Association of the Philippines	フィリピン	約50人	公開	Sustainable Agricultural Cooperation between Japan and the Philippines.
2022	2022/11/16 ～19	バナナ組織培養・栽培技術 土壌還元消毒 バイオインフォマティクス	日本	7	非公開	バナナ組織培養・栽培技術や土壌還元、データ解釈のためのバイオインフォマティクス解析など、プロジェクトに必要知識技術をワークショップとした。
2022	2022/11/22, 24	Isolation, Culture and Physiology of Production of Some Morphological Characteristics for Identification of Phytophthora Species	日本	10	非公開	Phytophthoraの選択培地の作成、環境中からの分離、培養、観察の実技セミナーを日本人学生も含めて実施
2022	2023/3/9～ 12	THE 34TH GENERAL ASSEMBLY OF THE IUBS	日本	約300 (オンライン参加含)	公開	プロジェクト紹介(ポスター)

5 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
2021	2021/11/18	キックオフミーティング	66 名	研究の目的、実施方法の紹介、現状報告、AIセンサーの導入の承認
2022	2022/11/15	プロジェクト進捗報告	54 名	初年度の研究活動および研究進捗状況確認/機材調達状況/次年度の計画についての報告及び討議

2 件

# 成果目標シート

研究課題名	「難防除病害管理技術の創出によるバナナ・カカオの持続的生産体制の確立」
研究代表者名 (所属機関)	渡辺 京子 (玉川大学 農学部 教授)
研究期間	2020年度採択 (2020年8月～2026年3月)
相手国名／主要相手国研究機関	フィリピン共和国 セントラル・ルソン大学
関連するSDGs	2. 飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する 12. 持続可能な生産消費形態を確保する 15. 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の促進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、並びに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する

## 成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学技術外交を通じた日本のプレゼンスの向上</li> <li>CBD-ABSに長けた人材の育成と供給</li> <li>日本へのバナナおよびカカオの安定供給体制の確立</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>難防除病害管理栽培技術の創出</li> <li>病害診断方法の確立</li> <li>病害を制御する総合技術体系の確立</li> </ul>
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> <li>特許の国際共同出願</li> <li>知財管理ノウハウの移転</li> <li>生物多様性に則った生物資源の取扱</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>本邦研究者の積極的な現地派遣</li> <li>本邦研究者・参画学生の国際学会への参加、及び国際学会誌への論文掲載</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>産学官連携による研究ネットワークの構築</li> <li>フィリピン国内における国際研究体制の構築</li> </ul>
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"> <li>病害防除総合技術ガイドライン</li> <li>IOTモニタリング指標提案書</li> <li>参画者による研究論文</li> </ul>

## 上位目標

フィリピンにおいてバナナのバナナ病およびシガトカ病およびカカオのVSD病およびブラック・ポッド病が制御されている

バナナ・カカオの難防除病害の管理技術体系がフィリピン国農業省の統合技術ガイドラインの生産ガイドに組み込まれ、フィリピン全土に適用される

## プロジェクト目標

バナナ病およびシガトカ病によるバナナの病害およびVSD病およびブラック・ポッド病によるカカオの病害を制御する総合技術体系が確立される

