

グアテマラ国

グアテマラ国
気象予測情報に基づくコーヒーさび病
対策に関する案件化調査

業務完了報告書

2023 年 11 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社気象工学研究所
株式会社農業サポートセンター

関西セ
JR
23-013

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・ 本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・ 利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

写真	1
地図	3
図表リスト	4
略語表.....	4
案件概要図	6
要約	7
第1 対象国でのビジネス化（事業展開）計画.....	9
1. ビジネスモデルの全体像.....	9
(1) 現時点で想定されるビジネスモデルの全体像.....	9
(2) 本ビジネスに用いられる製品・技術・ノウハウ等の概要.....	11
(3) 上記（2）の国内外の導入、販売実績（販売開始年、販売数量、売上、シェア等）.....	17
2. ターゲットとする市場・顧客.....	18
(1) ターゲットとする市場の概況	18
(2) 本ビジネスに対する現地ニーズ.....	19
(3) 本ビジネスの対象とする顧客層とその購買力.....	19
(4) 必要なインフラの整備状況.....	20
(5) 競合する企業/製品/サービス等の状況.....	22
3. 現時点で想定する実施体制.....	23
(1) バリューチェーン計画	23
(2) 本ビジネスの実施体制	23
4. 想定されるリスクとその対応策.....	23
(1) 許認可等取得の必要性	23
(2) 許認可以外のリスク対策.....	23
(3) 環境・社会・文化・慣習面（ジェンダー、カースト、宗教、マイノリティ等社会的弱者） のリスク対策、配慮.....	24
5. 現時点で想定する事業計画.....	24
(1) 収支計画	24
(2) 収支計画の根拠およびビジネス展開のスケジュール.....	24
(3) 初期投資額及び投資回収見込時期.....	24
(4) 資金調達手段の見込み	24
6. 本ビジネスの提案法人における位置づけ.....	25
(1) 本ビジネスの経営戦略上における位置づけ	25
(2) 既存のコアビジネスと本ビジネスの関連（活かせる強み等）	25
(3) 本ビジネスの社内での検討状況.....	25
7. 本 JICA 事業終了後のビジネス展開方針.....	25
第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献	26

1. 対象国・地域における課題	26
2. 本ビジネスを通じた SDGs 達成への貢献可能性	28
(1) 貢献を目指す SDGs のゴール・ターゲット	28
(2) SDGs への貢献可能性	28
(3) 波及効果	30
3. JICA 事業との連携可能性	30
第3 調査の概要	31
1. 本調査実施の背景	31
2. 本調査の達成目標	31
3. 本調査の実施体制	31
4. 本調査の実施内容及び結果	32
(1) 本調査の実施内容	32
(2) 本調査の達成目標の到達状況	32
5. ビジネス展開の見込みと根拠	33
(1) ビジネス化可否の判断	33
(2) ビジネス化可否の判断根拠	33
英文案件概要	34
英文要約 (Summary Report)	35
別添資料	44

写真



農牧食糧省との面談（2023 年 4 月）



農業気象戦略センターとの面談（2023 年 4 月）



全国コーヒー協会との面談（2023 年 4 月）



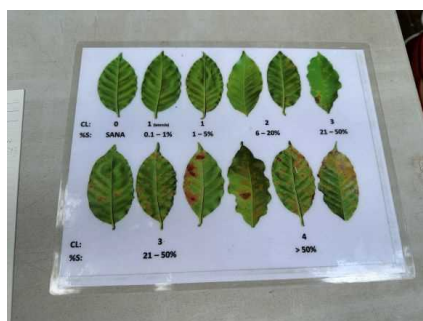
ベラパス農業組合連合との面談（2023 年 4 月）



ベラパス農業組合連合の気象観測装置（2023 年 4 月）



CHICOJ 生産者組合にて（2023 年 4 月）



コーヒーさび病判定見本 (La Soledad 農園) (2023 年 4 月)



La Soledad 農園での調査（2023 年 4 月）



コーヒー協同組合連合との面談（2023 年 4 月）



San Martin 農園での調査（2023 年 4 月）



San Isidro QU の気象観測装置（2023 年 2 月）



セミナーの様子（2023 年 4 月）



セミナーの様子（2023 年 4 月）



Café Injerto の視察（2023 年 4 月）

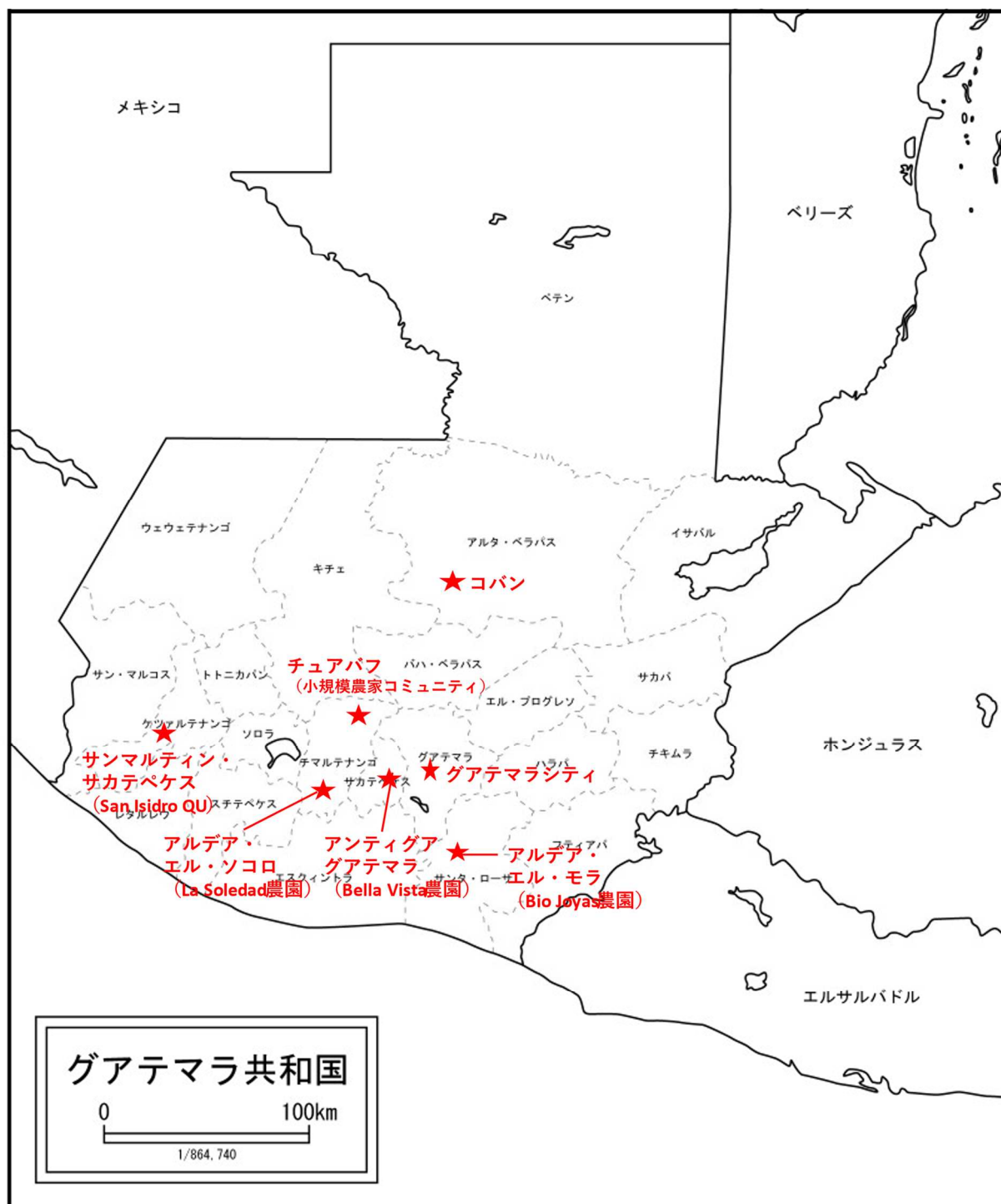


Popoyan 社との面談（2023 年 4 月）



Bio Joyas 農園の視察（2023 年 4 月）

地圖



出典：白地図専門店をもとに作成

(https://www.freemap.jp/itemFreeDlPage.php?b=south_america&s=guatemala)

図表リスト

図 1：サービスのイメージ.....	10
図 2：ビジネスモデル案	11
図 3：FARMiL Guatemala システム構成図.....	12
図 4：気象データのダウンスケーリング（1kmメッシュ）	13
図 5：コーヒーさび病感染リスクのカテゴリー.....	14
図 6：コーヒーさび病発生予測式.....	15
図 7：代表的なコーヒー生産地	18
図 8：Anacafe 気象観測装置の設置場所.....	20
図 9：コーヒーさび病予測代表地点の気象特性.....	21
図 10：Anacafe によるさび病発生状況調査地点	22
図 11：コーヒーさび病月別発生率.....	26
図 12：コーヒーさび病の発生リスクに係る要因	27
図 13：本調査の実施体制.....	31
表 1：デモ版 FARMiL Guatemala で用いる ECMWF データの一覧	16
表 2：農家の規模別生産者数、栽培面積、総生産量.....	18
表 3：SDGs への貢献可能性の整理.....	29
表 4：担当主体別の担当業務の詳細	32

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ACS	Agricultural Consulting Services Co., Ltd.	(株)農業サポートセンター
ADEC	Asociación de Exportadores de Café de Guatemala	グアテマラコーヒー輸出業者協会
Anacafe	Asociación Nacional del Café	全国コーヒー協会
API	Application Programming Interface	アプリケーションプログラミングインタフェース
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza	熱帯農業研究訓練センター
CIRAD	French Agricultural Research Centre for International Development	国際開発のための農業研究所
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DX	Digital transformation	デジタルトランスフォーメーション

ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts	ヨーロッパ中期予報センター
FEDECOCAGUA	Federación de Cooperativas Agrícolas Guatemala	コーヒー協同組合連合
FEDECOVERA	Federación de Cooperativas de las Verapaces	ベラパス農業組合連合
GNI	Gross National Income	国民総所得
GSM	Global Spectral Model	気象庁 全球数値予報モデル
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas	農業科学技術庁
IDB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
IICA	Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture	米州農業協力研究所
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología	国家地震・火山・気象・水文庁
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JICS	Japan International Cooperation System	(一財) 日本国際協力システム
JMA	Japan Meteorological Agency	気象庁
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	農牧食糧省
MEC	Meteorological Engineering Center, Inc.	(株)気象工学研究所
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PROCAGICA	Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café	中米におけるコーヒーさび病統合管理プログラム
RPI	Registro de la Propiedad Intelectual	知的特許庁
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia	大統領府企画庁

案件概要図



**グアテマラ国 気象予測情報に基づく
コーヒーさび病対策に関する案件化調査**

株式会社気象工学研究所(大阪府大阪市)／株式会社農業サポートセンター(大阪府大阪市)





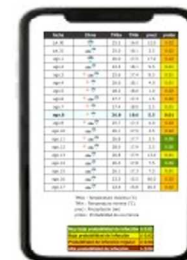

対象国農業分野における開発ニーズ(課題)

- 同国のコーヒー生産者(12万人)の97%が小規模農家で大半が貧困層であり、都市部と地方の収入格差、不法移民化が問題となっている。
- コーヒーさび病による被害は深刻であり(全土の生産量は15%減少、推計損失額は約88億円※)、小規模農家や生産者組合にとって、客観的データに基づく農薬散布の実施、農薬散布コストの低減などが課題である。

(※品種をアラビカ種にのみに限定した当社による推計データ。)

案件概要

- 契約期間: 2022年11月～2023年11月
- 対象国・地域: グアテマラ国グアテマラ県、サカテペケス県、アルタ・ベラパス県
- 案件概要: コーヒーさび病は、ひとたび蔓延すれば大規模な枯死被害に至るため、最も恐れられている病気の一つ。FARMil Guatemalaにより10日間の天気予報と共に提供する農薬散布適期情報は、病害被害の低減、ひいては小規模農家の生計の向上に寄与し、都市部と地方の格差是正、不法移民化抑制への貢献を目指す。



FARMilGuatemala スマホ画面

デモ版URL : https://site1.mec-weather.jp/farmil_guatemala/index.php

ID: farmil PW: guatemala

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- 気象予測におけるダウンスケーリングの技術とさび病の発生予測の統計的相関式を活用し、10日間先の局地気象予測とそれに基づく農薬散布時期等の情報を提供する。農家は、効率的な農薬散布により営農コストを抑えながら、コーヒーさび病の発生を防ぐことができる。
- 提案製品・技術の販売先としては小規模農家を取りまとめる団体や組合の他、中規模・大規模農家を想定している。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- 大部分を占める小規模生産者の収量増加や、農薬散布コストの低減に繋がり、収益増加に裨益する。(数値目標としてコーヒーさび病被害を5%まで低減し、推定額で59億円の収益効果を目指す)
- コーヒー生産者の安定した雇用創出や所得の向上は、農村部と都市部との所得格差是正に貢献できる。また、安定した収益の確保は、定住や営農の持続が可能となることで、生産者の不法移民化の抑止に寄与する。

2023年10月現在

要約

I. 調査要約

1. 案件名	(和文) グアテマラ国 気象予測情報に基づくコーヒーさび病対策に関する案件化調査 (SDGs 支援型) (英文) SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Coffee Leaf Rust Controlling with Weather Forecast in Guatemala
2. 対象国・地域	グアテマラ国グアテマラ県・アルタベラパス県・チマルテナンゴ県・サカテペケス県・サンタロサ県・ケツアルテナンゴ県
3. 本調査の要約	本事業の提案製品「FARMiL Guatemala(ファームル グアテマラ)」は、コーヒー生産者に対し、気象予測に基づく 10 日間先の「コーヒーさび病」発生予測情報をスマートフォン等で提供する。その結果、コーヒーさび病被害を低減させ、コーヒーの生産性向上や安定供給に貢献し、ひいては、約 12 万人の小規模農家の生計維持・向上及び都市部との収入格差是正への貢献を目指す。本調査においては、 ①技術面・制度面における本提案事業の現地適合性の検証 ②市場環境や各ステークホルダーの要望に即したビジネスモデルの具体化 ③SDGs への貢献ロジックの整理を通じた ODA 連携計画の策定 を通し、FARMiL Guatemala のビジネスモデルの土台を構築した。
4. 提案製品・技術の概要	「FARMiL Guatemala」は、コーヒーさび病発生予測の情報提供サービスである。10 日間先までの天気とコーヒーさび病の発生時期を予測し、農家へ薬剤散布時期を的確に提案する。生産コストの 40%を占める薬剤散布の無駄をなくし、経済的負担の軽減やコーヒー増収効果を与える。
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	小規模農家が所属する生産者組合や中～大規模農家に対し FARMiL Guatemala のサービスを提供し、コーヒーさび病を予防するための適切な農薬散布時期を提案する。農家や組合の規模等をベースに個別に月額単価を設定し、サブスクリプション型でのサービス提供を行う。 農家や組合にとっては、コーヒーさび病被害の削減及び農薬散布の削減に繋がることが期待される。毎年、コーヒーさび病による全国の被害は生産量の約 15%減 (Anacafe 会員の被害額は約 21 億円) であるが、本提案事業により被害を 5%減にまで低減させることを目指す。
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	FARMiL Guatemala のコーヒーさび病発生予測は精度が高く、サービスとして有効であることを証明し、さらに関係者に周知するには年単位の時間を要する。まずは本調査で FARMiL Guatemala に関心を示した農家向けにサービスを展開し、課題の聴取やサービスの改善を通じて精度の向上を目指す。並行して他農家や組合への横展開を計画する。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	以下の SDGs (持続可能な開発目標) の達成に貢献する。 ゴール2「飢餓に終止符を打ち、食糧の安定確保と栄養状態の改善を達成するとともに、持続可能な農業を推進する。」 ターゲット 2.a:「国際協力の強化などを通じて、農村インフラ、農業研究・普及サービス、技術開発、および植物・家畜遺伝子バンクへの投資を拡大し、開発途上国、特に後発開発途上国における農業生産の強化を図る。」 ゴール5「ジェンダーの平等を達成し、すべての女性と女児のエンパワーメントを図る。」 ターゲット 5.1:「あらゆる場所における全ての女性及び女児に対するあらゆる形態の差別を撤廃する。」 ターゲット 5.b:「女性の能力強化促進のため、ICT をはじめとする実現技術の活用を強化する。」 ゴール10「国内および国家間の不平等を是正する。」 ターゲット 10.1:「2030 年までに、各国の所得下位 40%の所得成長率について、

	国内平均を上回る数値を漸進的に達成し、持続させる。」 ターゲット 10.2:「2030 年までに、年齢、性別、障害、人種、民族、出自、宗教、あるいは経済的地位その他の状況に関わりなく、全ての人々の能力強化及び社会的、経済的及び政治的な包含を促進する。」 ・ コーヒーさび病被害の低減による生産性向上を実現し、ひいては、持続的な農業・農村開発を通じた農村部の貧困率低減、格差是正に寄与する。また、農業への女性参画促進を通じたジェンダー平等の実現、更に、雇用創出・所得向上を通じた米国等への不法移民化の防止等の開発課題の貢献にも資する。
8. 本事業の概要	
① 目的	本調査の達成目標は大きく3つ、①技術面・制度面における本提案事業の現地適合性の検証、②市場環境や各ステークホルダーの要望に即したビジネスモデルの具体化、③ODA 連携計画の策定、である。
② 調査内容	① 技術面・制度面における本提案事業の現地適合性の検証 ・ 気象観測装置の仕様と取得データの調査 ・ コーヒーさび病発生予測モデルの確立&試用試験の実施 ・ セミナーを通じたニーズ調査・普及活動の実施 ② 市場環境や各ステークホルダーの要望に即したビジネスモデルの具体化 ・ 投資・ビジネス環境調査 ・ 市場環境調査・分析(顧客・競合等) ・ バリューチェーン調査 ・ ビジネス計画の策定 ③ SDGs への貢献ロジックの整理を通じた ODA 連携計画の策定 ・ SDGs への貢献ロジックの検討 ・ ODA 連携/新規案件計画策定
③ 本事業実施体制	提案企業：㈱気象工学研究所 ㈱農業サポートセンター 外部人材：(一財)日本国際協力システム
④ 履行期間	2022 年 11 月～ 2023 年 11 月 (12 ヶ月)
⑤ 契約金額	8,242 千円 (税込)

II. 提案法人情報

1. 提案法人名	㈱気象工学研究所	㈱農業サポートセンター
2. 代表法人の業種	[④サービス業]	[④サービス業]
3. 代表法人の代表者名	小久保 鉄也	高橋 太一郎
4. 代表法人の本店所在地	大阪市西区京町堀一丁目 8 番 5 号	大阪市天王寺区逢阪 1 丁目 1-16FT 逢阪ビル 603
5. 代表法人の設立年月日 (西暦)	2005 年 9 月 27 日	2015 年 7 月
6. 代表法人の資本金	1,000 万円	200 万円
7. 代表法人の従業員数	60 名	1 名
8. 代表法人の直近の年商 (売上高)	101,400 万円 (2020 年 4 月～2021 年 3 月期)	10,686 千円 (2021 年 7 月～2022 年 6 月期)

第1 対象国でのビジネス化（事業展開）計画

1. ビジネスモデルの全体像

（1）現時点で想定されるビジネスモデルの全体像

本事業の提案製品「FARMiL Guatemala(ファームル グアテマラ)」は、コーヒー生産者に対し、気象予測に基づく10日間先の「コーヒーさび病」発生予測情報と、適切な農薬散布時期の情報を、毎日提供するサービスである。毎年、コーヒーさび病によるグアテマラ国内の被害は生産量の約15%減¹に上るが、本提案製品の販売・普及により被害を5%減にまで低減させることを目標値として設定する。

この数値目標の達成には、より精度の高いコーヒーさび病予測モデルづくりと、小規模農家までもが裨益する情報配信システムの構築が不可欠となるため、本調査で実現可能性の検討を行った。

精度の高いコーヒーさび病予測モデルの構築には、定期的にメンテナンスが実施された気象観測装置によって品質が保たれた気象観測データと、専門家による指導の下で実施されるコーヒーさび病の発生実態調査のデータ蓄積、及び両者の相関分析が必要になる。これら両者のデータの情報提供元として、全国コーヒー協会（Anacafe：気象観測装置114台設置）や、国家地震・火山・気象・水文庁（INSIVUMEH：気象観測装置86台設置）、大規模生産者組合のベラパス農業組合連合（FEDECOVERA：気象観測装置5台設置）などが想定され、本調査では、これらのデータを活用したより細かな相関分析について検討した。

当初、ビジネス形態として、Anacafeを顧客とする可能性や、Anacafeが運営する病害監視システム「Coffee Cloud」（詳細後述）を使用する方法を検討していたが、以下の理由により、Anacafeとの連携について再考を迫られた。

- ・AnacafeにFARMiL Guatemalaのサービスに対し対価を支払う経済的余裕がない。
- ・Coffee Cloudは無償で提供されているものであり、FARMiL Guatemalaのサービスを有償で付加することは困難である。
- ・Anacafeと秘密保持契約（NDA）を締結することにより、かえってAnacafeからの情報を「FARMiL Guatemala」に使用して製品として展開することが困難となる可能性が高い。

よって現時点では、Anacafeとは情報交換を含む協力体制を構築する関係に留め、図2のとおり、中～大規模農家へのサービス提供による直接的なビジネス展開や小規模農家が所属する生産者組合を顧客とする可能性を念頭にビジネス展開を検討している。

コーヒーさび病とは



コーヒーの病気の一つ。罹病すると木が枯れるため、栽培する上で、最も恐れられている病害の一つ。対策として、気象予測に基づく事前の農薬散布が有効。

Hemileia vastatrix というカビ胞子によって引き起こされ、1970年頃にアメリカ大陸に上陸し、1986年までには中南米のコーヒー産地のほとんど全てに広がった。(Estimación de la eficiencia de métodos territoriales de muestreo de la roya del café - CATIE, 2019)

¹ “Guatemala Coffee Annual Coffee farmers struggle with low prices, disease and weather”, (USDA Foreign Agricultural service, 1981), p.2 <
https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Coffee%20Annual_Guatemala%20City_Guatemala_5-15-2019.pdf>



図 1 : サービスのイメージ

デモ版 URL : https://site1.mec-weather.jp/farmil_guatemala/index.php

ユーザー名 : farmil

パスワード : guatemala



株式会社気象工学研究所(以下、MEC)と株式会社農業サポートセンター(以下、ACS)は、日本の気象庁(以下、JMA)やヨーロッパ中期予報センター(以下、ECMWF)から入手した気象情報を、後述するダウンスケリングの手法により精度の高い局地気象予測に補正し、コーヒーさび病発生予測とともに農家や小規模農家が所属する生産者組合に対し FARMIL Guatemala のサービス提供を行うことを想定している。情報のカスタマイズレベルや配信規模に応じてそれぞれの情報提供先ごとに単価を設定し、対価を得るビジネスモデルを検討している。お客様サービスの向上や個別カスタマイズのフォロー、販売促進にあたっては、現地代理店と契約を締結し、現地代理店を経由したサービス展開を行う予定。



図 2: ビジネスモデル案

(2) 本ビジネスに用いられる製品・技術・ノウハウ等の概要

「FARMiL Guatemala」は、世界初のコーヒーさび病発生予測の情報提供サービスである。10日間先までの天気とコーヒーさび病の発生時期を予測し、農家へ薬剤散布時期を的確に提案する。生産コストの40%を占める薬剤散布の無駄をなくし、農家の経済的負担の軽減やコーヒー増収効果を与える。このサービスは、MECが有する気象庁数値予報全球モデルをベースとしたダウンスケーリングによる局地的天気予報の提供技術と、ACSが有する病害調査統計解析と解析結果に基づく農家へのコンサルティング技術を活用したものである。

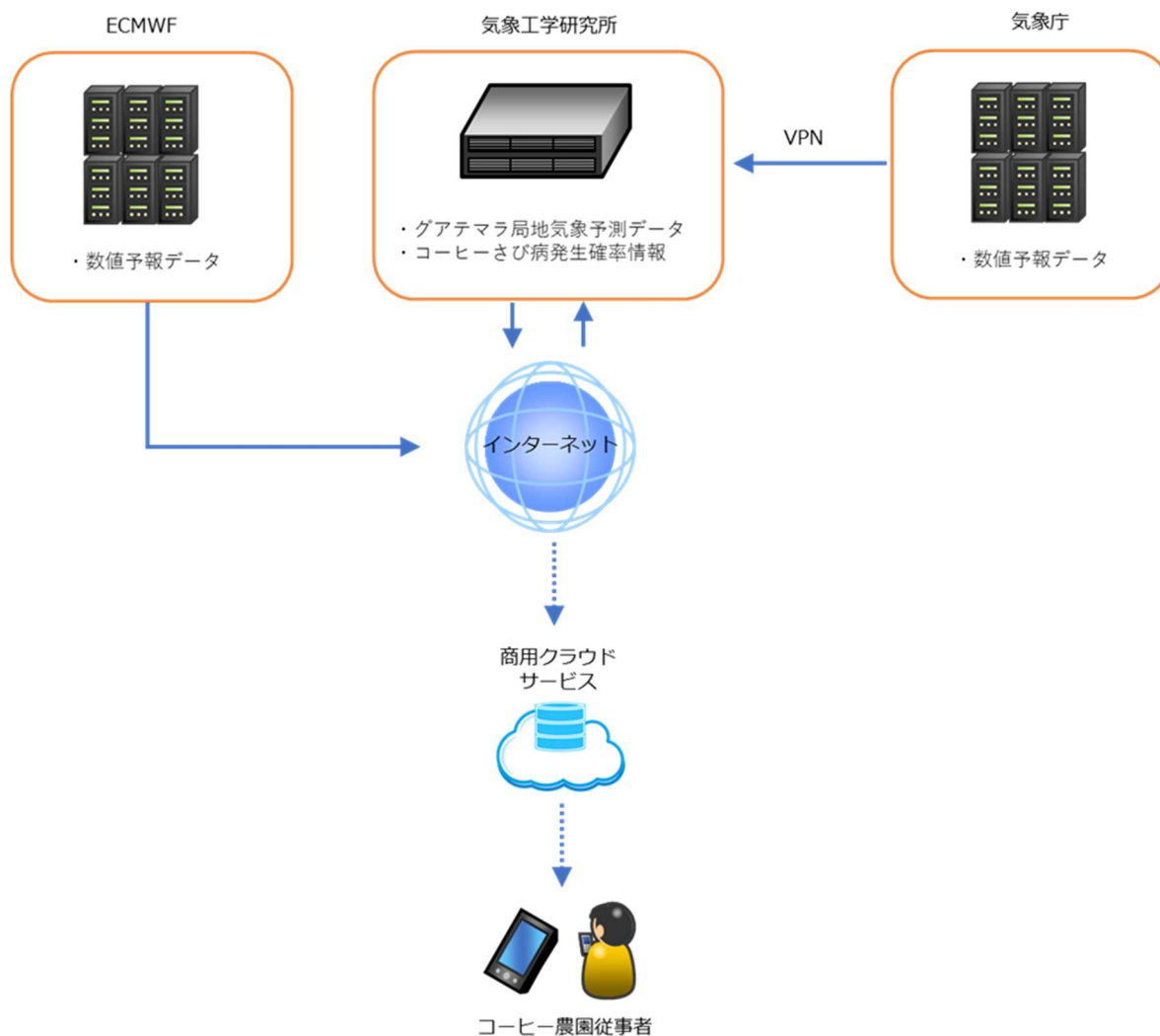


図 3 : FARMiL Guatemala システム構成図

【ダウンスケーリングについて】

気象予測のダウンスケーリング (Downscaling) は、大気や海洋の気象モデルが提供する広域の予測結果を、より詳細な地域スケールに細分化する手法であり、地域レベルでより高い解像度の気象情報を得るために使用される。

気象モデルは、一般的に気象庁 (JMA) やヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) 等の機関が、気象衛星やスーパーコンピュータを活用し大気や海洋の物理的な過程を数値的にシミュレートして地球全体の予測を行うが、これらのモデルのメッシュ解像度は一般的に数十キロメートルのスケールであり、地域の細かい気象現象や地形の影響を捉えるには不十分な場合がある。

本技術の導入 (デモ版) においては、MEC により GSM データは 50 km メッシュであるものを 1 km まで、ECMWF は 40 km もしくは 30 km (予測期間により異なる) メッシュを 1 km メッシュまでダウンスケーリングすることにより、グアテマラの任意の地点において精緻な気象予測を提供することが可能となる (図 4 参照)。

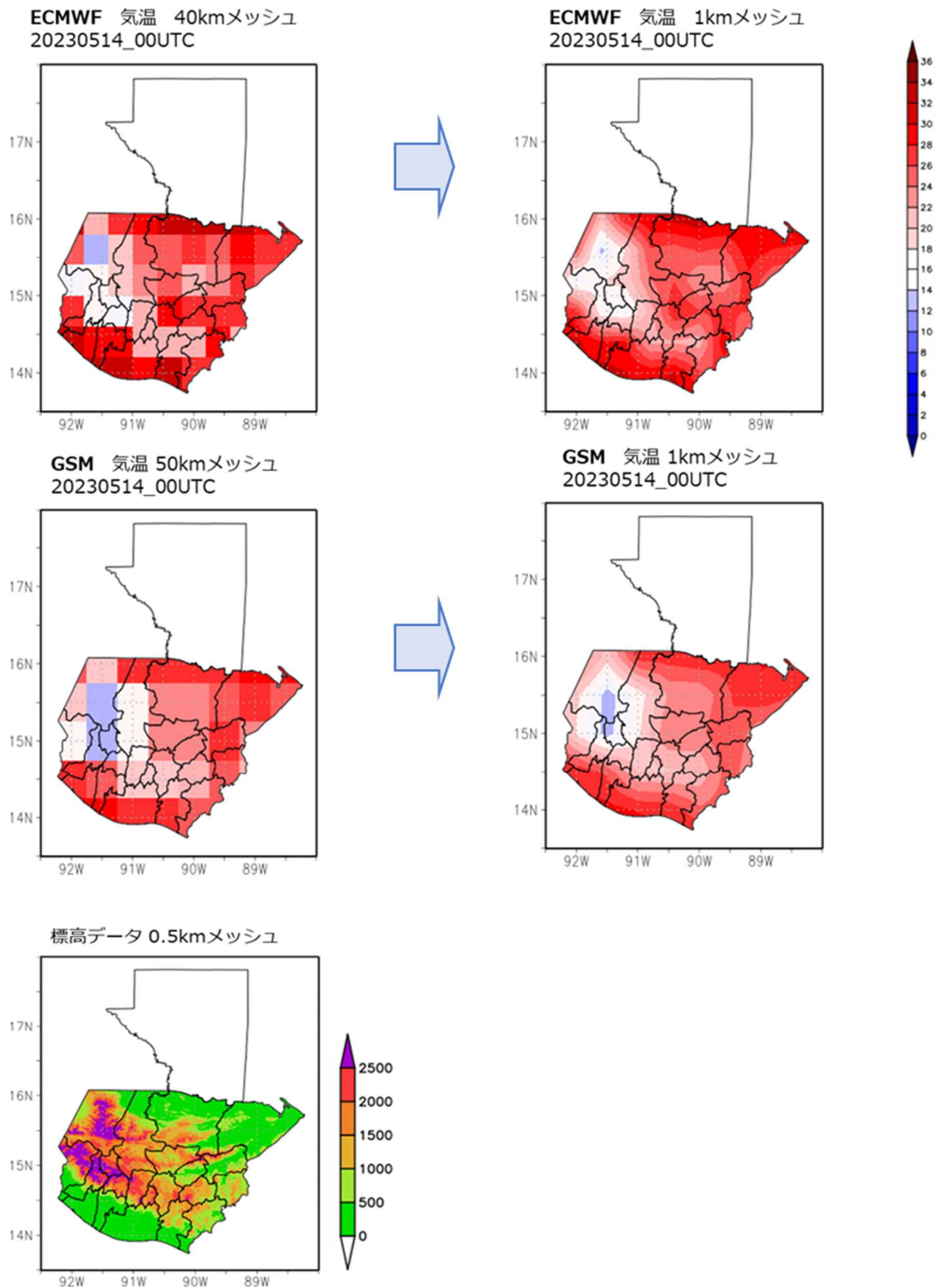


図 4：気象データのダウンスケーリング（1 kmメッシュ）

ECMWF（上）と GSM（中）の気温の事例

参考：標高データ 0.5km メッシュ（下）は国土地理院の標高第 2 版データより作成

【コーヒーさび病の発生予測について】

デモ版のコーヒーさび病の発生予測の解析にあたっては、中米におけるコーヒーさび病統合管理プログラム（PROCAGICA）プロジェクトで算出された数式を活用しており、同数式の利用については、実施機関である IICA から承諾を得ている。

同プロジェクトで導き出された数式モデルでは、下記 3 つの変数を元に、10 日後にコーヒーさび病が現れる確率を予測することができるものとされている（図 5 参照）。

- ・ 発生予測日（FL）の 33 日前から 24 日前までの 10 日間の日平均降雨量
（4mm 以下の場合は低降雨モデル（モデル 1）を、4mm を超える場合は多雨モデル（モデル 2）を使用する）
- ・ 発生予測日（FL）の 20 日前からその 18 日前までの期間の最低気温の平均値
- ・ 発生予測日（FL）の 20 日前からその 10 日前までの期間における最高気温と最低気温の差の平均値

この予測式から求まる推定確率より、10 日後のコーヒーさび病の感染リスクは以下の 4 つのカテゴリとして導かれる。

なお、推定確率とは、コーヒーの葉の特定部位に病変が発生する確率である。1 枚の葉には最大で 25 の病変があり、例えば 0.04 という閾値は、コーヒーの葉に病変が現れる確率が 1（ $0.04 \times 25 \text{ 病変} = 1$ ）であるから、十分に根拠のある臨界閾値であると言える。

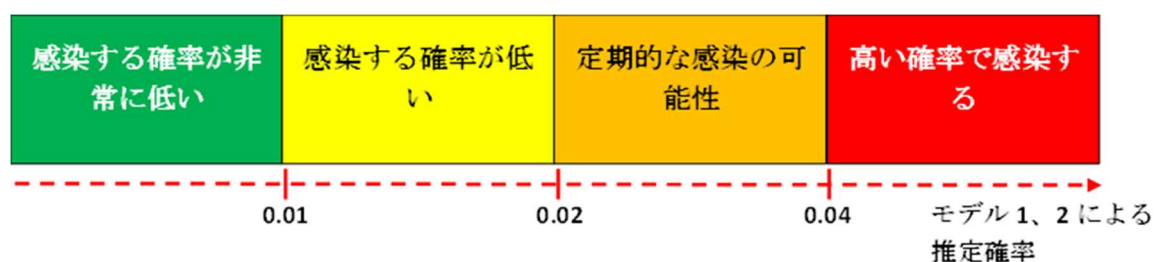


図 5：コーヒーさび病感染リスクのカテゴリ

PROGRAMA CENTROAMERICANO DE GESTION INTEGRAL DE LA ROYA DEL CAFÉ - PROCAGICA

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED REGIONAL DE ALERTA TEMPRANA PARA LA ROYA DEL CAFÉ

Guía para el uso de modelos estadísticos de pronóstico de la infección, esporulación e intensificación de la esporulación

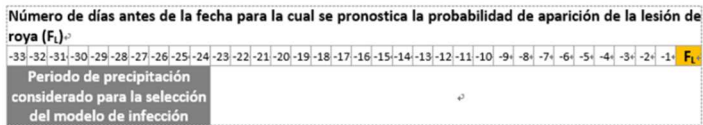


Figura 1. Representación esquemática de la variable de precipitación por considerar para la selección del modelo de infección

- 発生予測日 (FL) の 33 日前から 24 日前までの 10 日間の日平均降雨量が 4mm 以下の場合は、低降雨モデルを、4mm を超える場合は多雨モデルを使用する。



Figura 2. Representación esquemática de las variables micro-climáticas consideradas para el pronóstico de la probabilidad de aparición de la lesión de roya en la fecha F_t . La fecha en que se hace el pronóstico es F_p . Se pronostica la aparición de la lesión a los 10 días.

- F_p は予測を行う日。
- 発生予測の対象日は 10 日後の FL。
- 発生予測日の 33 日前 (FL) から 24 日前までの期間の日降水量の平均値: $Prec_{33-24}$
- 発生予測日 (FL) の 20 日前から 18 日前までの期間の最低気温の平均値: $TMin_{20-18}$
- 発生予測日 (FL) の 20 日前から 10 日前までの期間における最高気温と最低気温の差の平均値: $AmpT_{20-10}$

Modelo de baja precipitación: lluvia diaria ≤ 4 mm en promedio durante 10 días consecutivos

La probabilidad de aparición de la lesión = $\exp(x)/(1+\exp(x))$

Donde $x = -13.58 + 0.40 * Prec_{33-24} + 0.35 * TMin_{20-18} + 0.20 * AmpT_{20-10}$ (modelo 1)

Modelo de alta precipitación: lluvia diaria > 4 mm en promedio durante 10 días consecutivos

La probabilidad de aparición de la lesión = $\exp(x)/(1+\exp(x))$

Donde $x = -36.49 + 0.29 * Prec_{33-24} - 0.014 * Prec_{33-24}^2 + 3.34 * TMin_{20-18} - 0.09 * TMin_{20-18}^2 + 0.11 * AmpT_{20-10}$

(modelo 2)

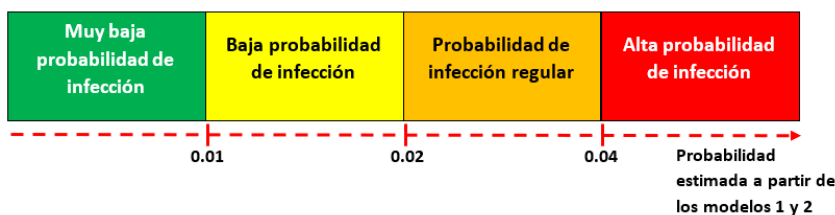


Figura 3. Riesgos de aparición de una lesión de roya a los 10 días, de acuerdo a las probabilidades calculadas a partir de los modelos 1 y 2

図 6 : コーヒーさび病発生予測式

FARMiL Guatemala のデモ版では、ヨーロッパ中期予報センターの予測モデルを用いた「ECMWF バージョン」と、気象庁の予測モデルを用いた「JMA バージョン」を選択することで、それぞれの結果を表示可能な仕様にしている。

これは同じ地点を対象とした各モデルの結果に差異が生じているため、ユーザー側に当該地点の予測結果がより精度良く予測しているモデル選択の見極めを行ってもらうためである。

なお、ECMWF バージョンでは、ECMWF が提供する 30km データおよび 40km データを下記のように組み合わせ活用し、また、一部を GSM による 50km メッシュデータで補填することで構築した。

気象庁の JMA バージョンでは全て GSM のデータを使用している。

表 1：デモ版 FARMiL Guatemala で用いる ECMWF データの一覧

日付	コーヒーさび病発生確率	天気	最高・最低気温・降水量
9 日前	ERA5/JMA_GSM	ERA5	ERA5
8 日前	ERA5/JMA_GSM	ERA5	ERA5
7 日前	ERA5/JMA_GSM	ERA5	ERA5
6 日前	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
5 日前	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
4 日前	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
3 日前	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
2 日前	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
1 日前	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
当日	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
1 日後	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
2 日後	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
3 日後	ERA5/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
4 日後	ECMWF Open data/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
5 日後	ECMWF Open data/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
6 日後	ECMWF Open data/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
7 日後	ECMWF Open data/JMA_GSM	ECMWF Open data / JMA_GSM	ECMWF Open data
8 日後	JMA_GSM	JMA_GSM	JMA_GSM
9 日後	JMA_GSM	JMA_GSM	JMA_GSM

ERA5 (ECMWF) : 30kmメッシュデータ

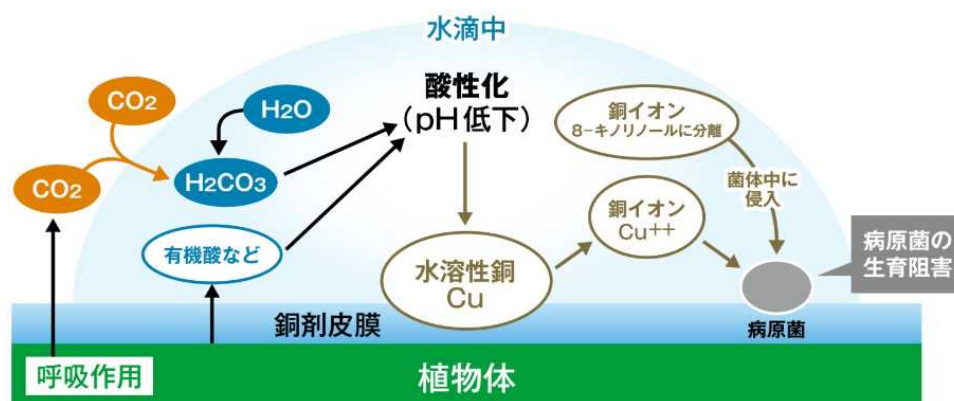
ECMWF Open data : 40kmメッシュデータ

JMA_GSM : 50kmメッシュデータ

気象予測データに基づくコーヒーさび病の発生予測情報を提供することにより、農家は適切な銅系殺菌剤農薬の散布タイミングを計画することが可能となり、せっかく散布したのに雨ですぐに農薬が流される等、農家にとって無駄な手間やコストを省くことができることが期待される。

(参考：銅系殺菌剤農薬の殺菌作用と最適な散布時期について)

銅系殺菌剤は植物体に散布することで、銅剤の皮膜が形成される。銅そのものは水に難溶だが、植物体の呼吸作用や植物体から分泌される有機酸などが、植物体上の水滴に溶け、水滴が酸性化し、皮膜から銅イオンが遊離する。遊離した銅イオンは病原菌に取り込まれ、病原菌内のカルシウムイオンやマグネシウムイオンを置換し、カルシウムイオンやマグネシウムイオンを必要とする生理活性を抑制、その結果、病原菌の生育を阻害し、致死するという殺菌作用がある。



引用元：日本農薬株式会社

散布した銅系殺菌剤は降雨によって流亡する。銅系殺菌剤の耐雨性について、銅系殺菌剤の一種、IC ボルドー 66D の柑橘に対する試験結果から、散布後 24 時間以内に降雨が無いこと、散布時に植物体が濡れていないことが望ましいと報告されている（「果樹病害の殺菌剤の効率的な利用をすすめるうえで必要なエビデンス」 植物防疫 第 66 巻 第 8 号 456-459 2012 年）。また、コーヒーさび発生率が 5% 以下であれば、銅系殺菌剤の散布はコーヒーさび病発生抑制のための良い選択肢であると、Anacafe のレポートで報告されていることから (Evaluación de 4 tratamientos de Evaluación de ocho fungicidas de origen inorgánico, biológico y botánico para el control de la roya anaranjada del cafeto *Hemileia vastatrix* Berk et Br. Boletines técnicos Cedicafé Anacafé Agosto, 2018)、コーヒーさび病が蔓延する初期第階で、降雨の懸念が無い時を最適な散布時期として推奨することが望ましいと考えられる。

(3) 上記 (2) の国内外の導入、販売実績 (販売開始年、販売数量、売上、シェア等)

MEC は、精度の高い気象予測技術を活かし、日本国内の農業分野で 2012 年から局地の気象予測情報提供サービス「FARMi1 (ファームイル)」を提供。国内のぶどう農家に安価に提供し、予測値を活用した日常の作業準備、被害の軽減のほか、日々の観測データの蓄積から追肥や収穫のタイミングの判断に活用され、品質や顧客満足度の向上につながっている。

また、ACS は元種苗会社の社員が立ち上げた企業で病害調査と統計解析を強みとし、国内ピーマン農家への斑点病 (カビの一種) 対策のコンサルティングで収量を 5% 増加させた実績を有する。

2. ターゲットとする市場・顧客

(1) ターゲットとする市場の概況

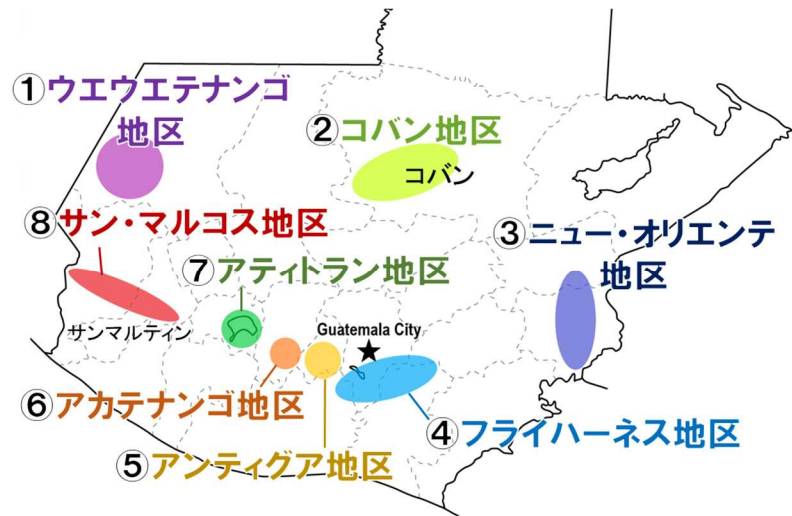


図 7：代表的なコーヒー生産地

本ビジネスでコアターゲットとなる市場はグアテマラ国のコーヒー農家及び生産者組合となる。グアテマラ国の2020年コーヒー豆の生産量は約22.5万t、世界第10位である。輸出額は約723億円、輸出先は米国に次いで日本が第2位、約14%が日本に輸出されている。主に8地区(図8参照)で栽培され、なかでもアンティグア地区は代表的産地であり、例えばスターバックスコーヒージャパン(株)が当該産地の豆を販売している。2019年時点での作付け総面積は約30.5万ha。グアテマラ国には約12.5万のコーヒー農家があり、大半が小規模農家(生産量1.8t未満)で96.8%(約12.1万農家)を占め、中規模農家(1.8t～18t未満)は2.9%(約3,600農家)、大規模農家(18t以上)は0.3%(約350農家)である。

表 2：農家の規模別生産者数、栽培面積、総生産量

農家規模	生産量 ^{注1} 単位：トン	生産者数 単位：人	栽培面積 単位：ha	総生産量 ^{注1} 単位：トン	参考：収穫量ベース の区分 単位：キンタール ^{注2}
大規模農家	18 t 以上	354	67,200	48,700	2,001～4,000
中規模農家	1.8～18 t 未満	3,636	94,395	60,400	201～2,000
小規模農家	1.8 t 未満	121,192	142,966	85,700	200 以下
合計	—	125,182	304,561	194,800	—

注1：内果皮付き(Pergamino)ベース

注2：1 キンタール=45.4kg

(Anacafe 提供資料)

（２）本ビジネスに対する現地ニーズ

グアテマラ国の主コーヒー種であるアラビカ種は、販売単価は高いが、コーヒーさび病の耐病性が低い。Anacafe の会員には、2023 年時点で主要 8 地区を含む全国から組合 749 団体（小規模農家等 28,698 戸所属）と中・大規模農家約 1,469 戸が所属。毎年、全国的に生産量 15%程度減のコーヒーさび病被害が発生（2019/20 年の全土でのアラビカ種の被害額は推計 88 億円）しており、本提案技術へのニーズは高い。

コーヒーさび病は古くからコーヒー業界では知られており、グアテマラにおいても、2012 年に急速に拡大し緊急事態となったことがある。以降、品種の改良や、農薬散布の研究が行われ対策が講じられるとともに、シェードツリー（コーヒーの木を直射日光から守るために植えられる木）をカットして湿度を低く保つ方法など、様々な対策がとられてきた。近年、耐性品種として Anacafe14 等の品種が開発され普及に至っているが、世界的な気候変動による影響に加え、コーヒーさび病をもたらす菌糸自体も変異しており、抜本的な解決になっていない。農家によっては、4、5 年前から被害が顕著になったという農家もあり、殺菌剤の価格高騰や、散布する労働力の不足もあり、コーヒーさび病予防に対するニーズは高いことが確認された。

本調査の現地渡航時（2023 年 4 月）に Anacafe で実施した FARMiL Guatemala 発表セミナーにおいては、会場及びオンラインを含め 100 名以上の関係者が参加し、高い関心が示された。特に気象予測やコーヒーさび病予測の精度について質問が相次ぎ、実施後のアンケートにおいては、FARMiL Guatemala の導入にあたって重視したい要素として、スマートフォン等で簡単に確認できる汎用性があること、コーヒーさび病予測の精度が高いこと、といった項目に高い関心があることが分かった。今後コーヒーさび病発生予測の精度の高さや利便性を示すことができれば、多くの農家や組合がサービスを利用する可能性を秘めている。

コーヒー栽培においてはコーヒーさび病が最大の脅威であるが、それ以外には、西語で Ojo de Gallo（西語で「鶏の目」）と言われる主に葉に鳥の目のような斑点ができてしまう病気や炭疽病（英名：Anthracnose）が発生する他、コーヒーの実に穴をあけてしまう Coffee Berry Borer（CBB）と呼ばれる害虫被害があり、FARMiL Guatemala がこれらの病害にも併せて対応できれば更なる市場拡大を狙うことができる。

（３）本ビジネスの対象とする顧客層とその購買力

現地でのヒアリングによると、小規模農家の多くは、経済的な問題から単一農家として提案技術の一定以上の価格での購入は難しいことが想定される。よって、販売先としては小規模農家を取りまとめる団体や FEDECOCAGUA 等の組合の他、投資意欲の高い中規模・大規模農家を顧客として想定している。小規模農家の場合は、FARMiL Guatemala の情報に基づいて的確に散布する殺菌剤を購入するための予算や人手がないことも懸念されるが、中・大規模農家の場合は、当該農園内に気象観測装置を設置することで、より特定農家向けに精度の高い情報提供が可能となり、個別に FARMiL Guatemala のサービス及び殺菌剤を導入する購買力を持ち合わせている。

一例として、Anacafe で実施したセミナーにおいて FARMiL Guatemala に関心を示した Bio Joyas（ビオ ホジャス）農園は、2022 年ブルボン種がコーヒーさび病に罹病し、コーヒー栽培面積 40ha のうち 5ha を約 1,350 万円のコストをかけて耐性品種に植替えた。苗木が育つ 3 年後まで収穫はできず、15 年

以上経ないと上記植替えの採算が取れない計算であるが、それでも前述のコストをかけられる資金力があることを確認した。同様の中～大規模農家に対し、FARMiL Guatemala の有効性をアピールし、コーヒーさび病による収入ロスや殺菌剤代及び植替えコストの削減に寄与することが示せば、グアテマラでのビジネス展開がより現実的になる。

同セミナーの事後アンケートにおいて、FARMiL Guatemala のサービスにユーザーあたり月額いくら払えるかという問いに対して、平均は約 20.8 ドルとの回答であった（有効回答数 20）。なお、参加した農業連合協会（Asociación del Gremio Químico Agrícola : AGREQUIMA）に至っては、Q1000（約 128 ドル）で購入してもよいと回答しており、コーヒーさび病対策のニーズの高さをうかがわせた。Rosma 農園等の中～大規模農家や大学等の研究機関もアンケートにおいて高い関心を示した（アンケート結果については別添参照）。

（４）必要なインフラの整備状況

精度の高い分析を行うには、コーヒー栽培地域を網羅する気象観測網が必須である。気温、湿度、風、降水量、日射量等のデータ収集には「気象観測装置」の配備が必要で、現在、Anacafe 及び INSIVUMEH によって約 200 箇所に設置済みである。Anacafe によると、すべての気象観測地点で毎日 30 分毎（リアルタイムでは 15 分毎）のデータを（TIGO と CLARO の 2 大電話会社の SIM を入れた）携帯電話の電波網を使って収集しており、現地気象観測データは Anacafe の HP からアクセス可能で気温や湿度、風向風速等の情報が確認できる。本調査において、気象観測装置の場所（県、市、緯度経度）、標高、設置日等の一覧データを Anacafe から入手した。

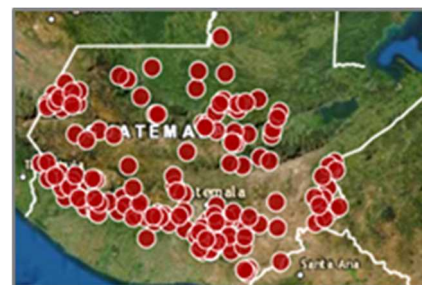
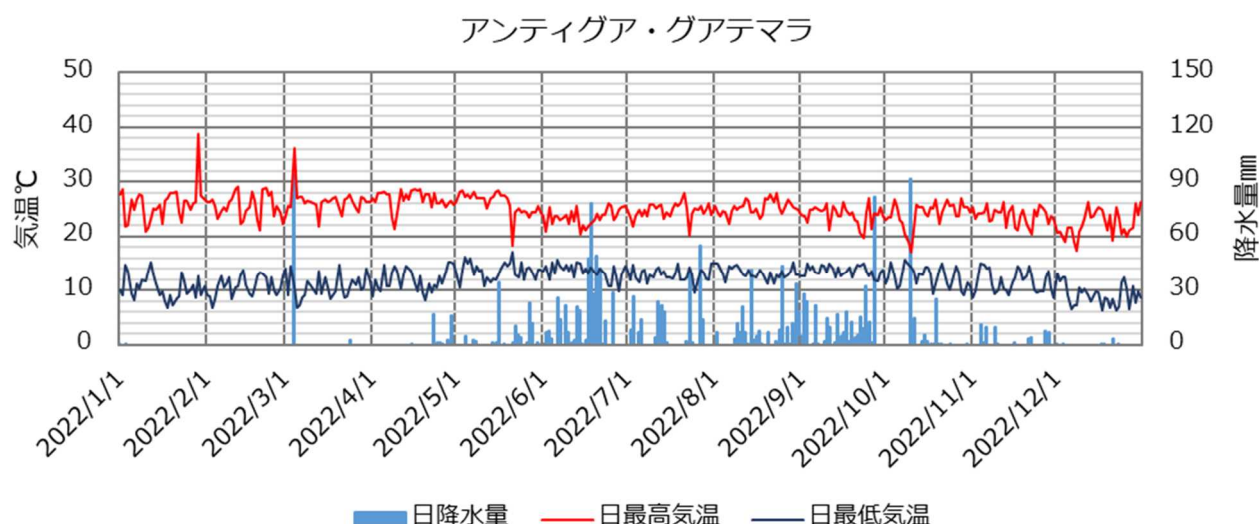


図 8：Anacafe 気象観測装置の設置場所



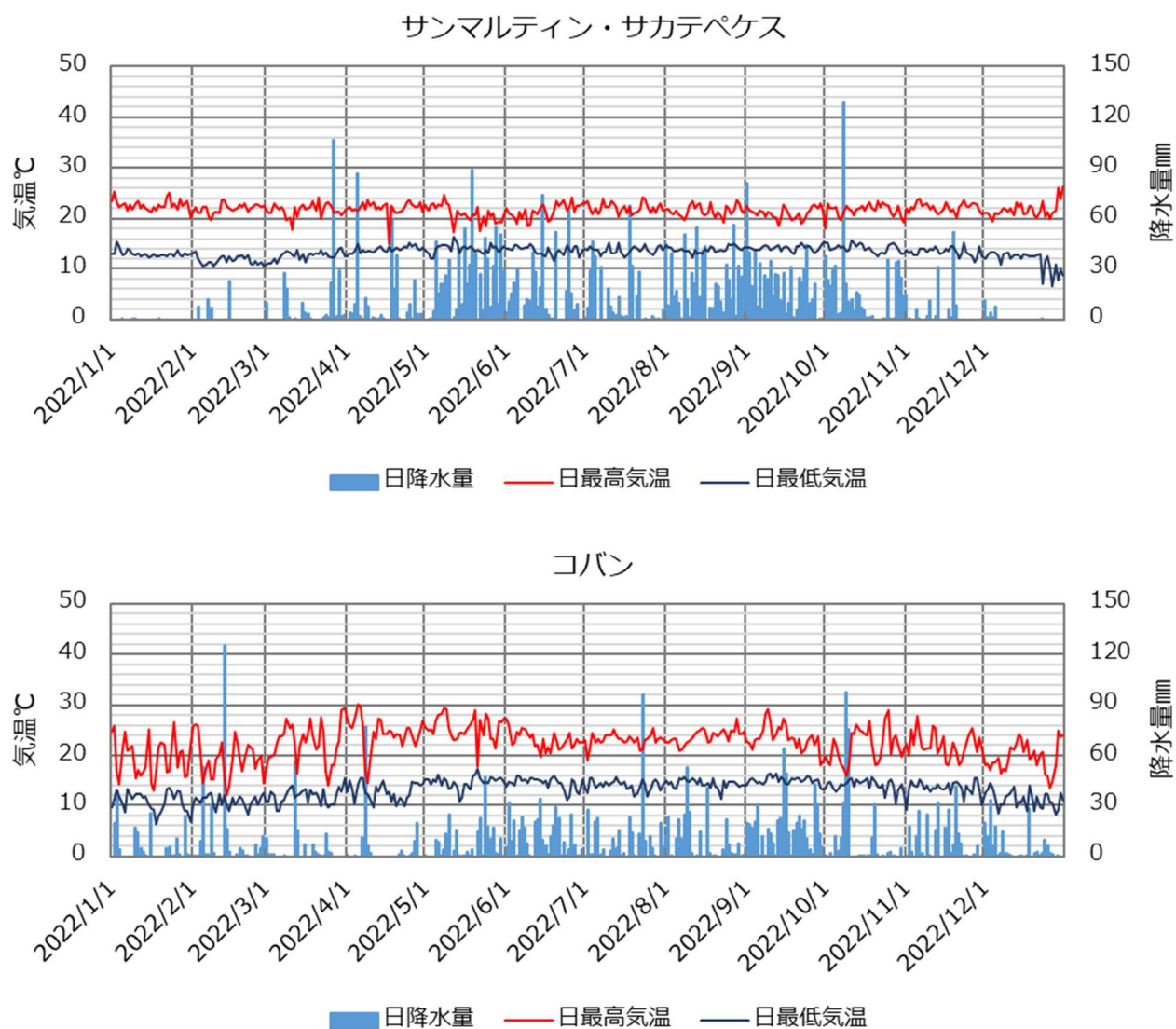


図 9：コーヒーさび病予測代表地点の気象特性
(Anacafe 提供データより作成)

また、気象観測網に加え、気象観測データの収集ポイントの近傍の圃場でコーヒーさび病の発生状況が把握される必要があり、Anacafe では現在、Coffee Cloud（農家向けサイト・アプリ）と圃場調査要員の 2 系統による情報収集を実施している。

Coffee Cloud では、42 のサイトを対象に月 1 回程度、スマートフォンを使って農家に直接 Coffee Cloud に入力してもらうことで情報収集を行い、それらを提供している。農園の情報や調査日時、発生率（ランダムに選択した 30 本の木のうちコーヒーさび病に罹病している木の割合）などが蓄積されているデータで、Coffee Cloud から閲覧できる他、詳細データは Anacafe から農家等のユーザーに供給されている。なお、Coffee Cloud による情報収集には、システムのデータベースの管理人件費などを含め、年間約 7 万ドルのコストを Anacafe の予算から投じている。

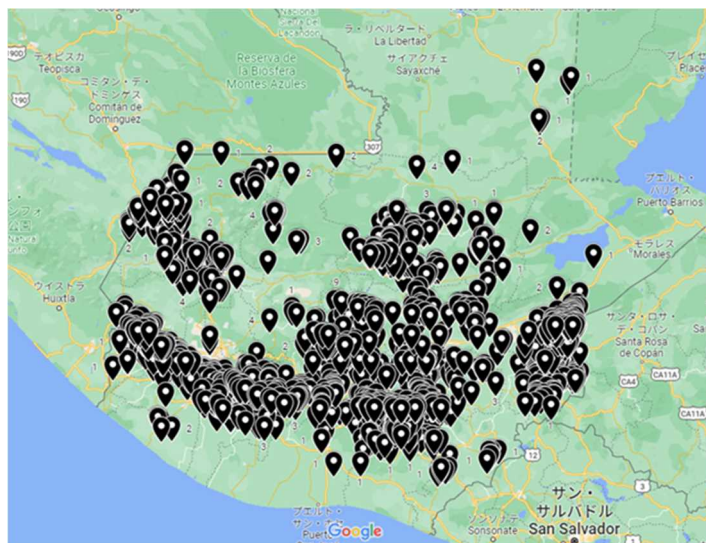


図 10：Anacafe によるさび病発生状況調査地点

圃場調査要員によるコーヒーさび病発生の情報収集は、1 人当たり月に 60 農園を目標に巡回しており、4 か月で担当エリアを一巡する計画を立てている。しかし、バイクで月に 1500～1800 km の距離を移動するため、天候やバイクのトラブル等で目標数が未達となることが多い。

Anacafe や INSIVUMEH が設置している気象観測装置以外にも、個別の中～大規模農家で気象観測装置を既に設置しているケースや、気象観測装置を独自に購入する意思のある農家を確認したことから、これら各地の気象観測装置とのデータが共有できれば、MEC の保有するサーバーにデータを取り込み、個別の農家向けサービスとしてより精度の高いコーヒーさび病発生予測サービスを提供できる可能性がある。

グアテマラのインターネット普及率は 49.97%（ITU - ICT Statistics：2020 年）と、インターネット接続の普及においてはいくつかの課題を抱えており、地理的な制約やインフラの不足、経済的な制約などが影響を与えている可能性が考えられている。携帯電話の普及率は 9 割を超えているが、今回視察した小規模農家コミュニティからは、スマートフォンを所有しない農家や QR コードの読み取りを行ったことがない農家が一定数いる点に対し懸念が示された。

（5）競合する企業/製品/サービス等の状況

コーヒーさび病予測の情報提供サービスを行う競合企業は、グアテマラでは確認できていない。しかしながら、過去には Anacafe や国際機関がサービス提供に取組んだ経緯がある。ここでは、それらに加え、グアテマラの民間企業の取組を参考までに記載するが、すべてのサービスがビジネスとしてではなく、協力支援として無償で提供されているところに特徴がある。

詳細は企業機密情報につき非公開

3. 現時点で想定する実施体制

(1) バリューチェーン計画

MEC と ACS の技術により、一般的な気象予測情報を加工し、個々の農園のコーヒーさび病予防に資する情報を提供することで付加価値を生み出す。既存情報の選定や FARMiL Guatemala の開発・アップデートにおいては、MEC と ACS それぞれが専門分野を担当し、より精度の高いサービスを構築する。

詳細は企業機密情報につき非公開

(2) 本ビジネスの実施体制

下図のとおり、中～大規模農家や生産者組合がメインの顧客となる可能性を検討している。FARMiL Guatemala の運用面では、MEC は JMA や ECMWF より気象データを入手し、FARMiL を通じて情報の配信を行う。特に中～大規模農家向けの情報配信においては、現地の圃場に設置した気象観測装置の観測データの入手が可能な場合は、提供情報との誤差等の確認を行うことで提供情報の品質向上に取り組む。なお、この提供情報の品質向上は、統計解析処理を得意とする ACS との協力体制で実施する。

販売面では、現地に設ける代理店との契約を締結し、販売体制を整える。

詳細は企業機密情報につき非公開

4. 想定されるリスクとその対応策

(1) 許認可等取得の必要性

グアテマラ内の気象予測情報発表のための許認可取得は、INSIMUVEH（国立地震・火山・気象・水文学研究所）において確認した。

詳細は企業機密情報につき非公開

(2) 許認可以外のリスク対策

政権交代、農村の労働力の減少、災害・気候変動について確認した。

詳細は企業機密情報につき非公開

（３）環境・社会・文化・慣習面（ジェンダー、カースト、宗教、マイノリティ等社会的弱者）のリスク対策、配慮

グアテマラにおいては、マヤ系先住民族が人口の４割以上を占め、その貧困率は79.2%と、非先住民の貧困率46.6%と比較して高い状況にある。グアテマラにおける識字率は83.5%であるが、先住民の多い貧困地域、特にキチェ県、アルタベラパス県、チキムラ県、バハベラパス県、ハラパ県、ウエウエテナンゴ県においては非識字率が高い。生産者組合などを通じて不特定多数の小規模農家に FARMiL Guatemala のサービスを展開する場合は、農家の識字率が高くないことを念頭に、アイコンや数字や記号主体で情報発信する等工夫する。

5. 現時点で想定する事業計画

（１）収支計画

企業機密情報につき非公開

（２）収支計画の根拠およびビジネス展開のスケジュール

ビジネス開始１年目は今回の調査で対面にて情報交換を行った農園を足掛かりに、サービス提供を目指す。以降の計画では先端技術に敏感な大規模農家へ優先的に営業を強化し契約獲得を目指す。

一定の売上が見込める場合には、現地企業と代理店契約を締結し、効率的に現地でのフォローと販売促進を実施することを検討する。

詳細は企業機密情報につき非公開

（３）初期投資額及び投資回収見込時期

企業機密情報につき非公開

（４）資金調達手段の見込み

企業機密情報につき非公開

6. 本ビジネスの提案法人における位置づけ

(1) 本ビジネスの経営戦略上における位置づけ

本調査を通じて得られた中南米地域の市場性に関する主な情報は次の2点である。

- A) 中南米地域においては日本製製品への信頼度が高く、日本企業の情報提供サービスに対しても興味や関心の高さが感じられた。
- B) 中南米地域での輸出用農産品の市場は成長が著しく、自国内だけでなく周辺国を含めた競争も激しいため、生産性向上や安定性実現のための投資意欲が高い。

この調査結果から、中南米はポテンシャルの大きい市場であるとみている。また、周辺のコーヒー生産国や、他の農作物でも病害虫対策は必須であることを考慮すると、さらなる販路拡大の市場が潜在している地域であると考えられる。

詳細は企業機密情報につき非公開

(2) 既存のコアビジネスと本ビジネスの関連（活かせる強み等）

MEC が有する気象観測・予測のノウハウと、ACS の病害調査と統計解析の技術力を最大限に活かした協業ビジネスが展開できる。

詳細は企業機密情報につき非公開

(3) 本ビジネスの社内での検討状況

JICA の北米・中南米地域広域フード・バリューチェーン強化における本邦技術活用のための情報収集・確認調査(2019年10・11月実施)に参加し、その後も Anacafe や JICA グアテマラ事務所、現地要員を通じて独自調査を継続している。また、本提案事業は、MEC 及び ACS の経営陣が中心となって進めてきており、本調査の終了後は、FARMiL Guatemala のデモ版をベースにシステムを改良することで、より短期間で精緻な予測モデルへの改善が可能になることが確認された。その上で、案件化調査の結果を踏まえ、継続的な情報収集を実施していく。

詳細は企業機密情報につき非公開

7. 本 JICA 事業終了後のビジネス展開方針

企業機密情報につき非公開

第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献

1. 対象国・地域における課題

◆課題：持続的な農業・農村開発を通じた格差是正

グアテマラ国では、移民送金と個人消費により堅調な経済成長を続けており、2022年の一人当たりGDPは5,473ドルでDAC分類では高中所得国となる。一方、地方部では社会開発が遅れており、都市部と地方の収入格差が大きい。国民の47.4%は地方の農村地域に在住し、そのうち71.4%は貧困層に属する。農村地域世帯の約67.5%は農業に従事し、2022年GDPに占める農林水産業生産額の割合は約9.3%であり、経済、雇用における農業部門の重要性は大きい。このような状況下で、多くの零細・小規模農家の生活を支えているのが換金作物であるコーヒーだが、近年、生産性の低さ等が問題となっている。

◆課題：コーヒーさび病対策を通じた生産性向上の実現

米国農務省によると、グアテマラ国のコーヒーについて2019年度の60キログラムあたりの国際価格が170～190ドル程度であるのに対し、コストは190～230ドルで、小規模農家の多くが赤字で生産している。生産面に関しては、ブラジルなどの生産大国では平地で生産され、収穫の機械化により高い生産性が確保されているのに対し、グアテマラ国では雨量の豊富な高地や山間部で農家が手作業で一つ一つの実を収穫しており、生産性が低い。更に、直射日光からコーヒーを守るために背の高い木をそばに植える「日陰栽培」を行うことで、土壌の栄養、湿度を安定に保ち、時間をかけて豆を熟成させることで味わいを深めることができるが、その収穫方法や地理的条件から機械化することが難しい。

また、近年の地球温暖化および気候変動の影響により空気中の水分の増加が、コーヒーさび病の発生確率を高めている。繰り返しになるがAnacafeの報告によると、毎年コーヒーさび病による収穫減少率が約15%前後であり、2019/20年のグアテマラ全土での損失額は推計88億円（アラビカ種に限定）とみられ、コーヒーさび病対策が生産量向上実現のための重要課題となっている。コーヒーさび病は、適切な時期に農薬を散布することで発生を抑制することができるが、現状コーヒーさび病発生の予測や、的確な農薬散布日時の特定制をできていないことが対策の遅れを招く大きな要因の一つとして指摘されている（JICA 2020）。

前述のとおり、グアテマラ国で多く栽培されているアラビカ種はコーヒーさび病に対し十分な耐性がない品種であるが、耐性のある品種（ロブスター種）の導入に大きな投資を行える生産者は少ない。また、Anacafeの「Coffee Cloud」からの情報提供をもとに農薬散布を行ってはいるが、既に蔓延して手遅れの場合や農薬散布直後の雨に農薬が流される場合等が少なくないと推測され、効果的な対策を打てず、多大な時間と労力を要し、非効率かつ金銭面で大きな負担となっている。



図 11：コーヒーさび病月別発生率
(Anacafe : Boletín técnico enero 2023 より引用)

一方、コーヒーさび病の発生や拡大には気象条件以外にも以下のように様々な要素が関係すると言われる。

1) コーヒーさび病 (*Hemileia vastatrix*) の胞子は、風による空気感染や昆虫、人間を含む動物が媒介し広がっていく。例えば、コーヒーの収穫の時期には、多くの季節労働者が国境を越えて雇用され収穫の担い手となるが、収穫の際にコーヒーさび病の胞子を付着したまま、消毒が不十分なまま近隣のコーヒー農園の収穫のために移動する場合に、当該地域でコーヒーさび病が蔓延する可能性がある。

2) コーヒーさび病が発生しやすい条件は、品種や木・土壌の健康状態、落葉、シェードツリーの有無や手入れの状況等様々な条件によって異なり、また適切な殺菌剤の種類も複数ある。気象条件のみならず品種や諸条件ごとに的確な時期に的確な殺菌剤散布の情報を提供することは、現時点の情報では困難である。(下図参照)

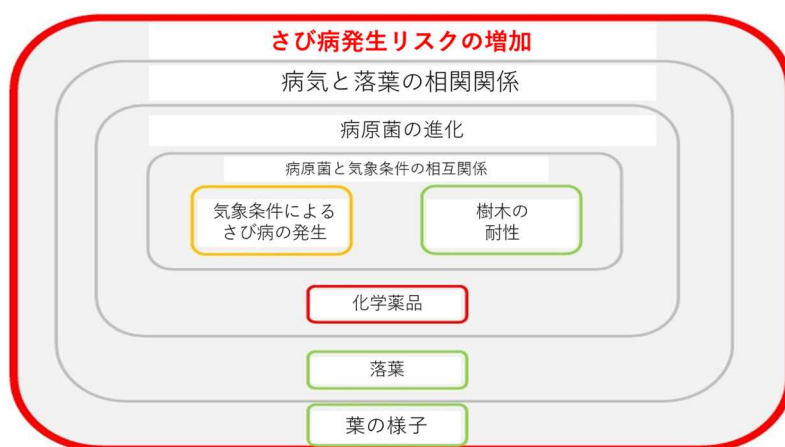


図 12：コーヒーさび病の発生リスクに係る要因

(Modelos Mecanisticos - Simposio Caficultura より (Procagica))

3) コーヒーさび病耐性品種が開発・普及され罹病率が下がることもあるが、コーヒーさび病もそれに合わせて変異していくため、現在と数年後のコーヒーさび病対策が同一とは限らない。また、今後、完全なコーヒーさび病耐性品種が開発され、有機農薬や土壌改善など有益な方法が普及することになれば、提案システムや殺菌剤の散布も不要となる可能性もある。

4) 特に小規模農家では、経済的な理由からスマートフォンなどデジタルデバイス購入や殺菌剤の購入・散布やそのための人材確保が難しいケースもある。FARMiL Guatemala の情報がいかに的確であったとしても、適切な時期や量の殺菌剤散布ができなければ、コーヒーさび病を予防することはできない。

◆課題：雇用創出・所得向上を通じた不法移民化の防止・就労の促進

移民送金はグアテマラ国のマクロ経済安定化に寄与している一方で、不法移民のうち、強制送還者のギャング化による治安悪化等の社会問題を引き起こす要因となっている。米国及びメキシコからの強制送還者数は、2010 年以降、毎年 5 万～10 万人台で推移している。不法移民の多くが、グアテマラ国西部及び東部乾燥回廊等の貧困地域出身で、コーヒーの代表的産地と重なる。不法移民となる動機として、雇用不足等、経済的理由が挙げられており、雇用創出、所得向上が課題である。

◆課題：農業への女性参画促進を通じたジェンダー平等の実現

グアテマラ国のジェンダー不平等指数は 119/189 位(2020)、またジェンダーギャップ指数は 113/153 位(2020) と中南米・カリブ諸国で最下位である。女性の労働力率は 37.4%と、中南米・カリブ諸国で最も低く、農村部では 28.1%と更に低い。地位が低く、各種場面で決定権を持たない背景から、女性に対する差別、暴力は未だ蔓延している状況にあり、国民の意識改革に係る啓発活動の強化が課題である。

2. 本ビジネスを通じた SDGs 達成への貢献可能性

(1) 貢献を目指す SDGs のゴール・ターゲット

● ゴール 2:

「飢餓に終止符を打ち、食糧の安定確保と栄養状態の改善を達成するとともに、持続可能な農業を推進する。」

ターゲット 2. a:

「国際協力の強化などを通じて、農村インフラ、農業研究・普及サービス、技術開発、および植物・家畜遺伝子バンクへの投資を拡大し、開発途上国、特に後発開発途上国における農業生産の強化を図る。」

● ゴール 5:

「ジェンダーの平等を達成し、すべての女性と女児のエンパワーメントを図る」

ターゲット 5. 1:

「あらゆる場所における全ての女性及び女児に対するあらゆる形態の差別を撤廃する。」

ターゲット 5. b:

「女性の能力強化促進のため、ICT をはじめとする実現技術の活用を強化する。」

● ゴール 10:

「国内および国家間の不平等を是正する。」

ターゲット 10. 1:

「2030 年までに、各国の所得下位 40%の所得成長率について、国内平均を上回る数値を漸進的に達成し、持続させる。」

ターゲット 10. 2 :

「2030 年までに、年齢、性別、障害、人種、民族、出自、宗教、あるいは経済的地位その他の状況に関わりなく、すべての人々のエンパワーメント、および社会的、経済的、および政治的な包含を促進する。」

(2) SDGs への貢献可能性

- Anacafe によれば、コーヒーは直接的・間接的に毎年 50 万人以上の雇用をうみ、同国最大の雇用供給源となっている農産品である。上記 1. のとおり、農村部の貧困率は 71.4%で、農村部世帯の約 67.5%が農業に従事しており、コーヒー生産者の多くも貧困者であると想像に容易い。本事業の提案製品の導入・普及により、農家は新たな大規模設備投資を必要とせず、コーヒーさび病による損失を 15%から 5%程度まで抑えることができると想定され、所得向上、雇用創出につながり、農村部での貧困削減、「格差是正」に貢献可能と考えられる。また、組合はコーヒー豆を現状より安定し

て確保できることから、組織としての財政基盤の安定化が見込まれ、生産者の組織化促進にもつながる。小規模農家の持続可能性を高めつつ、小規模農家を纏める組合の継続性を高めることで、バリューチェーン全体の持続可能性を高められることから、「持続可能な農業の推進」に貢献できる。

- また、コーヒー生産者の所得向上・雇用創出は不法移民発生の根本原因対策に寄与し、ターゲット 10.2「2030 年までに、年齢、性別、障害、人種、民族、出自、宗教、あるいは経済的地位その他の状況に関わりなく、すべての人々のエンパワーメント、および社会的、経済的、および政治的な包含を促進する。」にも貢献可能と考えられる。
- 本調査においては、ジェンダーバランスに配慮の上、ヒアリング時には男女双方から聞き取りを行った。グアテマラにおいては、米国・メキシコへの不法移民の多くが、グアテマラ西部及び東部乾燥回廊等の貧困地域出身であり、不法入国の動機として、雇用不足等、経済的理由を挙げている。同地域は、コーヒー産地とも重複しており、農園で就労していた男性が米国等近隣国に就労を求めるケースが多い。農村への収入が米国等の移住先からの送金に依存するようになる一方、その影響で農村に残った女性や高齢者の負担も増えている。農村男性が米国等へ流出した背景のひとつに、農家の収入の不安定さが挙げられ、特にコーヒーさび病をはじめとする病害による被害とそれに伴う収入の激減がその原因の一つである。コーヒーさび病対策を講じることで、コーヒーの収量や収入の増加をもたらし、中長期的にはコーヒー農家の生活安定を通じて、農村の生活空間の再建につながる事が期待される。なお、今回の調査では、CHICOJ 組合で子供たちの教育環境の充実に重点を置き、教育レベルの向上により北米への不法移民の抑止と組合組織の人的補強へ繋がる取組を行う事例などが確認された。また Anacafe においては、グアテマラのコーヒー栽培における女性と男性の平等を促進し、男女格差の縮減に貢献するために、ジェンダー平等と女性や若者のインクルージョンに焦点を当てた活動を行っている。Anacafe と連携して本調査中の簡易テストから女性の生産者の参加を促し、本調査後のビジネス展開においても積極的に女性を雇用することで、ターゲット 5.1「あらゆる場所におけるすべての女性および女子に対するあらゆる形態の差別を撤廃する。」および ターゲット 5.b「女性のエンパワーメント促進のため、ICT をはじめとする実現技術の活用を強化する。」にも貢献可能と考える。

表 3：SDGs への貢献可能性の整理

① 投入するリソース	・ FARMiL Guatemala カスタマイズ ・ 気象情報精密化のための情報収集
② SDGs 貢献に向けた活動	・ FARMiL Guatemala プロトタイプ投入 ・ 同製品の大規模農家、小規模農家組合で試用 ・ さび病予測精度の向上
③ 期待できる短期的効果	・ FARMiL Guatemala を導入した農家での効率的な農薬散布による経費と労働力の節減 ・ FARMiL Guatemala を導入した農家での効率的な農薬散布によるさび病被害の減少
④ 期待できる中長期的効果	・ 2030 年までに全国のコーヒーさび病による被害を減少（現状 15%減→5%減） ・ 2030 年までに全国のコーヒー農家の収益の増加（現状比 10%）

（３）波及効果

- コーヒー生産者の所得向上・雇用創出は不法移民発生の根本原因対策に寄与することにより、移民先となっている他の中南米諸国や米国を含む地域の安定に貢献することが期待できる。

３．JICA 事業との連携可能性

- 「農村開発アドバイザー」（～2023 年 2 月）は、市場志向型農業（SHEP）アプローチの普及を図り、グアテマラで多くの農家の収入向上事例が報告された。本提案事業とは、MAGA との連携や小規模農家の収益向上を目的とするという共通点がある。状況によっては今後同アドバイザーとの連携を図り、コーヒー以外の農作物の病害対策への応用等についての情報・意見交換による相乗効果が期待される。
- 2021 年に実施された「グアテマラ国持続可能なコーヒーバリューチェーン構築に係る情報収集・確認調査」では、小規模農家の生計向上の課題の現状と、それに対する解決案を明らかにすることを目的に、DX 技術の活用などが調査内容に含まれており、「FARMiL Guatemala」はひとつのソリューションモデルを提供していると考えられる。
- 新たにコーヒーバリューチェーンに関する専門家案件「グアテマラ国コーヒーバリューチェーン強化アドバイザー業務」が採択されている。同専門家に期待される成果の一つとして、農牧食糧省の技術者が、コーヒーバリューチェーンを強化するための知識と技術を得ることが挙げられており、さび病防止のための気象データの活用も研修ニーズに含まれることを上述の情報収集・確認調査で確認している。FARMiL Guatemala の現地での活用と精度検証のために協力を仰ぐなど、今後の現地での活動において同専門家と連携することにより、相乗効果が期待できる。
- JICA 民間連携事業：本案件化調査後には、セミナーで引き合いのあった Bio Joyas 農園を足掛かりに、まずは民間ベースでのビジネス展開の開始を想定する。その上で Bio Joyas 農園へのサービス展開を行いながら、平行して中～大規模農家や小規模農家を束ねる生産者組合を対象に、FARMiL Guatemala のさらなる普及と展開の可能性を探ることとする。また、これらの農家や生産者組合から収集した情報を製品の改善に活かすことで、FARMiL Guatemala の精度を向上させ、近い将来、再度、JICA 民間連携事業等を活用してより強固なビジネスモデルを検証する方向も検討する。

第3 調査の概要

1. 本調査実施の背景

グアテマラ国のコーヒーは主要な農産品であるが、生産者（12万人）の97%が小規模農家で、大半が貧困層である。コーヒーの国際取引価格の低迷や、生産コストの40%を占める農薬の負担など、赤字で生産を続ける小規模農家にとって、コーヒーさび病被害による推計損失は15%（輸出金額で88億円相当）にのぼり、その軽減は、喫緊の解決課題である。MECが日本国内の果樹農家へ提供している気象予測情報提供サービス「FARMiL」の技術と、ACSの統計解析技術を生かし、同国の農業事情に適したサービス構築を目指す。

2. 本調査の達成目標

- (1) 本調査の結果、提案法人が、ビジネスモデルの実現可能性（市場、競合、価格、コスト等）を具体的に判断できるようになる。
- (2) 本調査の結果、提案法人が、グアテマラ進出の実現可能性（投資環境・規制、ビジネス体制・パートナー、文化・社会への適合可否、他国展開等）について具体的に判断できるようになる。
- (3) 本調査の結果、提案法人が将来的に新たな民間連携事業を提案する場合の事業案（具体的な目標、活動内容、期間、投入、カウンターパート等）が整理される。

3. 本調査の実施体制

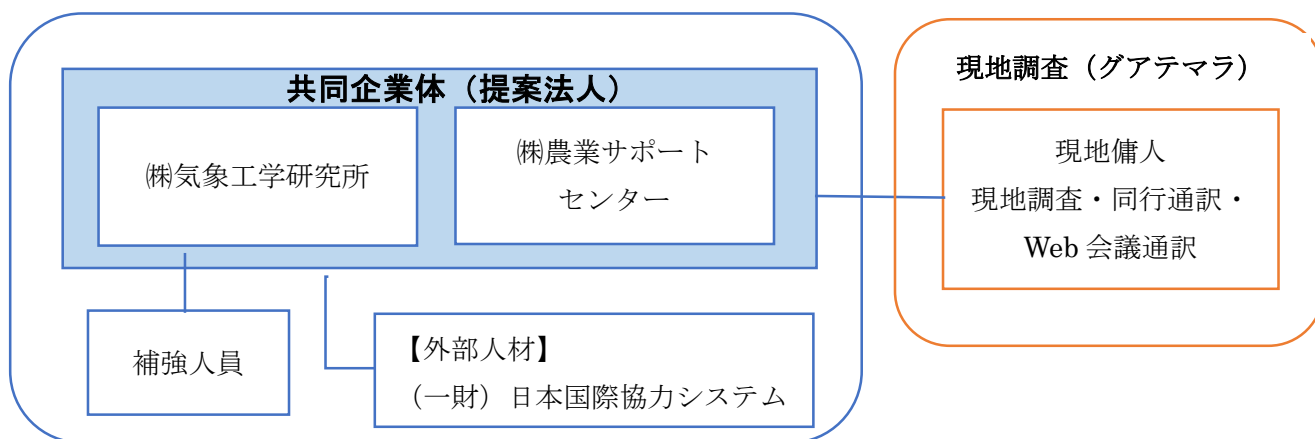


図 13：本調査の実施体制

表 4：担当主体別の担当業務の詳細

主体	担当業務	担当業務詳細
株式会社気象工学研究所 (提案法人)	- 総括 - 気象予測モデル開発	- 総括 - 気象予測モデル開発 - 気象観測装置調査 - 相関分析及び試用試験実施（気象予測） - 市場環境調査・分析 - ビジネス計画策定（協業）
株式会社農業サポートセンター (提案法人)	コーヒーさび病発生予測モデル確立	- コーヒーさび病フィールドワークの調査 - 相関分析及び試用試験実施（コーヒーさび病予測） - 顧客ニーズ調査 - パートナー調査 - ビジネス計画策定（協業）
今田 千草 (補強)	顧客調査	- 販路先調査・開拓 - オンラインセミナー準備
(一財) 日本国際協力システム	- SDGs への貢献ロジック検討 - ODA 連携/新規案件計画の立案	- 開発効果検証 - 投資・ビジネス環境調査（許認可） - 環境社会配慮の調査 - 報告書取り纏め支援 - 開発課題の現状調査 - 援助動向の把握 - ODA 連携/新規案件計画策定 - 販路先調査支援（現地交渉） - ビジネス計画策定支援（リスク分析）

4. 本調査の実施内容及び結果

(1) 本調査の実施内容

本事業における実施内容の詳細と実施計画は別添 2 参照

(2) 本調査の達成目標の到達状況

- ① 本調査の結果、提案法人が、ビジネスモデルの実現可能性（市場、競合、価格、コスト等）を具体的に判断できるようになる。

結果：グアテマラや他の中米諸国は、2012 年代以降、コーヒーさび病に苦しんできた長い歴史があり、コーヒーさび病発生予測モデルの構築は喫急の課題であったことからニーズは高く、市場はある。一方で、コーヒーさび病対策は長い歴史があるが故に、コーヒーさび病発生予測モデルの精度を高めなければ、製品として確立できないという問題もある。Anacafe の「Coffee Cloud」、EU や IICA のコーヒーリスク管理システム等の先駆的取組の実績を踏襲しつつ、より農家や組合が使いやすく、安価な製品に仕上げれば市場で優位性を確立できる

可能性はある。

- ② 本調査の結果、提案法人が、グアテマラ進出の実現可能性（投資環境・規制、ビジネス体制・パートナー、文化・社会への適合可否、他国展開等）について具体的に判断できるようになる。

結果：本事業は、情報提供サービスであり、グアテマラ知的特許庁からのヒアリングによって第三者によるコピーを防ぐために、著作権を取得すれば、日本を拠点にしてビジネスが成立することは確認済みである。他方で、FARMiL Guatemala のコーヒーさび病発生予測の精度を充実させ、より局所的な農家や生産者組合のニーズに応えるためには、現地サイドでのニーズのヒアリング、FARMiL Guatemala の使用方法や使用料等の問い合わせ先として代理店を設置するのが適当である。なお、グアテマラへの外国投資を奨励する Invest Guatemala（インベスト・グアテマラ）によると、本ビジネスモデルでは代理店契約を行い顧客に対応するのが適当であるとのアドバイスであった。

なお、上記①で言及したとおり、中米はコーヒーさび病対策の長い歴史を有しているため、中米で最大の市場を持つグアテマラでビジネスモデルが確立できれば、他の中米諸国への横展開は可能である。

- ③ 本調査の結果、提案法人が将来的に新たな民間連携事業を提案する場合の事業案（具体的な目標、活動内容、期間、投入、カウンターパート等）が整理される。

結果：本案件化調査後には、セミナーで引き合いのあった Bio Joyas 農園を足掛かりに、まずは民間ベースでのビジネス展開を開始することとしたい。Bio Joyas 農園へのサービス展開を行いながら、平行して中～大規模農家や小規模農家を束ねる生産者組合を対象に、FARMiL Guatemala のさらなる普及と展開可能性を探ることとする。また、これらの農家や生産者組合から収集した情報を製品の改善に活かすことで、FARMiL Guatemala の精度を向上させる。

5. ビジネス展開の見込みと根拠

（１）ビジネス化可否の判断

企業機密情報につき非公開

（２）ビジネス化可否の判断根拠

企業機密情報につき非公開



SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for
Coffee Leaf Rust Controlling with Weather Forecast in Guatemala

Kumohri Development Group, Inc.

Meteorological Engineering Center, Inc. (Osaka, (Osaka Pref.)),
Agricultural Consulting Service Co., Ltd.(Osaka(Osaka Pref.))






Development Issues Concerned in Agriculture Sector

- 97% of the country's 120,000 coffee producers are small scale farmers and the majority are poor. The income disparities between urban and rural areas and illegal immigration are problems.
- The damage caused by coffee rust is serious (nationwide production decreased by 15%, and the estimated loss was about 8.8 billion yen*). For small scale farmers, the implementation of pesticide spraying based on objective data and the reduction of pesticide costs are issues.

(*Estimated data by our company that limits the variety to Arabica only.)

Survey Outline

- Contract period: November 2022 ~ November 2023
- Country/Area: Guatemala/Guatemala, Zacatepéquez, Alta Verapaz
- Survey Overview: Coffee rust is one of the most feared diseases because once it spreads, it can cause large scale blight damage. FARMiL Guatemala, which provides 10 days weather forecasts, will contribute to the reduction of disease damage, the improvement of the livelihoods of small scale farmers, the correction of disparities between urban and rural areas, and the reduction of illegal immigration.



FARMiLGuatemala
(Smartphone screen)

URL : https://site1.mec-weather.jp/farmil_guatemala/index.php ID: farmil PW: guatemala

How to Approach to the Development Issues

- Utilizing downscaling in weather forecasting and statistical model for predicting coffee leaf rust outbreaks, "FARMiL Guatemala " provides suitable period of pesticide spraying 10 days ahead. Farmers can prevent the occurrence of coffee rust disease while keeping farming costs down through efficient pesticide spraying.
- The proposed products and technologies are sold to associations that organize small scale farmers, as well as medium and large scale farmers.

Expected Impact in the Country

- This will lead to increase yield for small scale farmers, which account for the majority of the population, and a reduction in the cost of pesticides, which will benefit from increased profits. (As a numerical target, we will reduce the damage caused by coffee rust to 5%, aiming for an estimated profit effect of 5.9 billion yen.)
- Stable job creation and income gains for coffee producers can contribute to reducing income disparities between rural and urban areas. In addition, securing stable employment will contribute to deterring illegal immigration of producers by making it possible to continue settlement and farming.

October 2023

Summary Report

The Republic of Guatemala

SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Coffee Leaf Rust Controlling with Weather Forecast in Guatemala

November 2023

Japan International Cooperation Agency

Meteorological Engineering Center Inc. /

Agricultural Consulting Services Co., Ltd.

1. BACKGROUND

Coffee is a major agricultural product in Guatemala; however, 97% of the producers (approximately 120,000) are small-scale farmers, the majority of whom are poor. The estimated loss due to coffee leaf rust is 15% (equivalent to 8.8 billion yen in export value) for small farmers who continue to produce coffee at a loss due to the low international coffee trade price and the burden of agrochemicals, which account for 40% of production costs. Reducing damage to coffee beans caused by coffee leaf rust is an urgent problem to be solved. The project aims to establish a service suited to the agricultural situation in Guatemala by utilizing the technology of "FARMiL," a weather forecast information service provided by Meteorological Engineering Center Inc.(hereinafter referred to as "MEC") to fruit farmers in Japan, and the statistical analysis technology of Agricultural Consulting Services Co., Ltd. (hereinafter referred to as "ACS").

Arabica, the main coffee variety in Guatemala, has a high unit selling price but low resistance to coffee leaf rust. Coffee leaf rust has long been known in the coffee industry, and in Guatemala, it spread rapidly in 2012, creating an emergency situation. Since then, research has been conducted to improve coffee varieties and spray pesticides, and various measures have been taken, including cutting shade trees (trees planted to protect coffee trees from direct sunlight) to keep humidity low. In recent years, resistant varieties such as Anacafe14 have been developed and are now widely planted, but in addition to the effects of global climate change, the mycelium itself that causes coffee leaf rust is also mutating, and this has not led to a drastic solution to the problem. Some farms have reported that the damage has become more pronounced over the past four or five years, and the high price of fungicides and lack of labor for spraying have confirmed that there is a high need for coffee leaf rust prevention.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

The three main goals of this study areas below :

- 1) to verify the local suitability of the proposed system in terms of technology and institutions,
- 2) to take form a business model that meets the market environment and the needs of each stakeholder, and
- 3) to formulate business and/or ODA collaboration plan.

(2) Activities

- 1) to verify the local suitability of the proposed system in terms of technology and institutions
 - Investigation of specifications of meteorological observation equipment and acquired data
 - Establishment of a coffee leaf rust forecasting model and implementation of trial test
 - Survey of needs and conduct of dissemination activities through seminars
- 2) to take form a business model that meets the market environment and the needs of each stakeholder
 - Investigation of investment and business environment
 - Market environment survey and analysis (customers, competitors, etc.)
 - Value chain survey

- Business plan development
 - 3) to formulate business and/or ODA collaboration plan
 - Study on the logic of contribution to the SDGs
 - Establishment of plan for new business and/or ODA collaboration plan
- (3) Information of Product/ Technology to be Provided

“FARMiL Guatemala” is the world's first coffee leaf rust forecasting service that predicts the weather and the timing of coffee leaf rust outbreaks up to 10 days in advance, and provides farmers with accurate recommendations on when to apply chemical sprays. This service eliminates the wasteful use of fungicides, which accounts for 40% of production costs, and reduces the economic burden on farmers and increases coffee production. This service utilizes MEC's technology for providing local weather forecasts by downscaling based on the JMA's numerical global forecasting model, and ACS's statistical analysis of disease surveys and consultation technology for farmers based on the analysis results.

【Downscaling】

Downscaling of weather forecasts is a method of subdividing the wide-area forecast results provided by atmospheric and oceanic weather models into more detailed regional scales and is used to obtain higher-resolution weather information at the regional level.

Weather models are generally used by organizations such as the Japan Meteorological Agency (hereinafter referred to as “JMA”) and the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (hereinafter referred to as “ECMWF”) to numerically simulate physical processes in the atmosphere and oceans using meteorological satellites and supercomputers to produce global forecasts, but the mesh resolution of these models is typically several tens of kilometers, which may not be sufficient to capture the effects of detailed local meteorological phenomena and topography.

In the introduction of this technology (demo version), MEC can downscale the 50 km mesh of GSM data to 1 km, and ECMWF can downscale the 40 km or 30 km mesh (depending on the forecast period) to a 1 km mesh, enabling to provide precise weather forecasts for any location in Guatemala (see Figure 1 below)

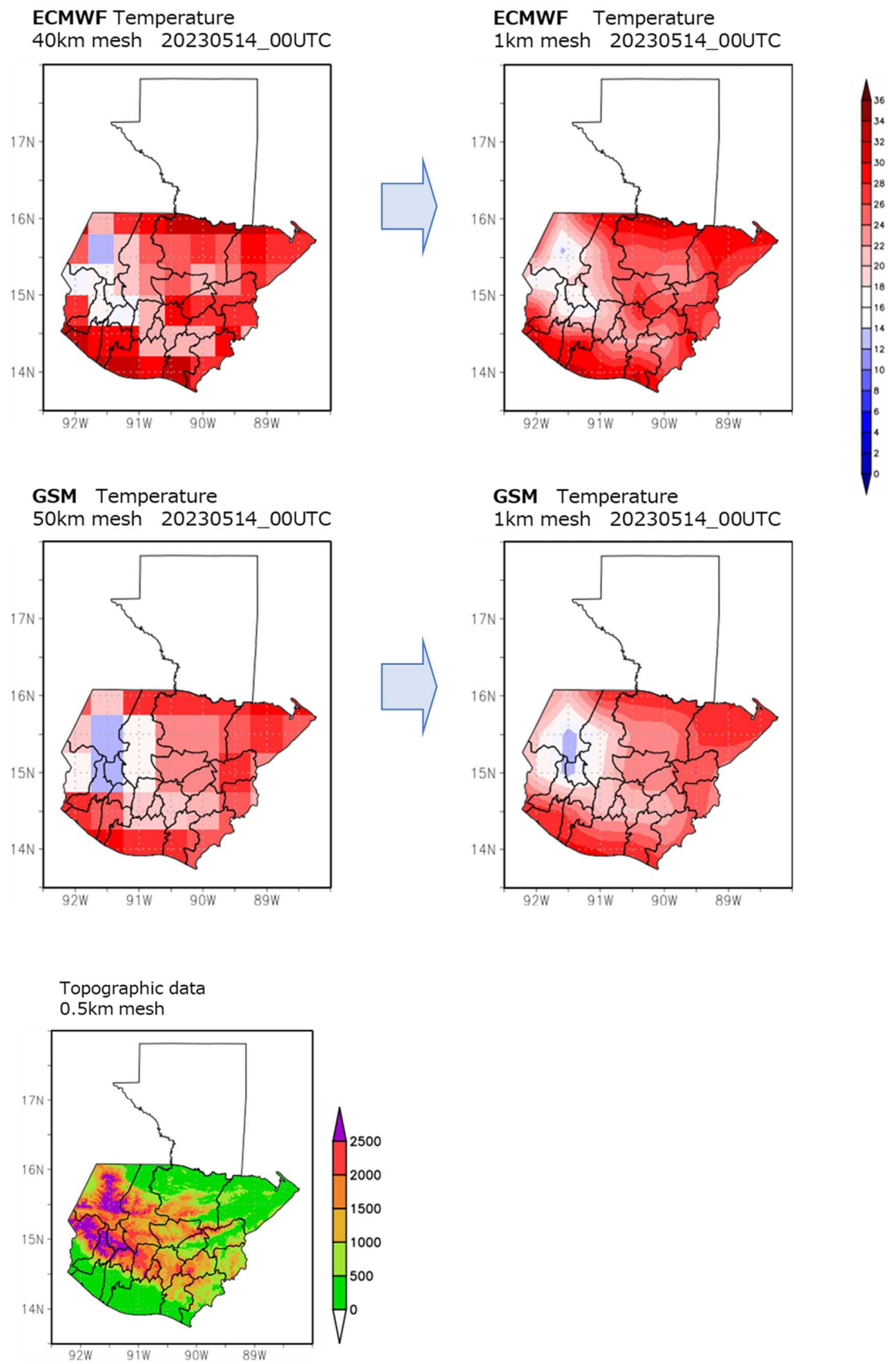


Figure 1: Downscaling of meteorological data (1 km mesh) and elevation data (0.5 km mesh)

【Coffee leaf rust outbreak prediction】

The analysis of the coffee leaf rust forecast for the demo version utilizes formulas derived from the Program for the Integrated Management of Coffee Rust in Central America (Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roya del Café : hereinafter referred to as “PROCAGICA”), and IICA, the implementing agency, has given its consent for the use of these formulas.

The mathematical model developed by the project can predict the probability of the appearance of coffee rust in 10 days based on the following three variables (see Figure 2 below).

- Average daily rainfall for the 10 days from 33 to 24 days prior to the predicted date of occurrence forecast date (FL)

(If 4 mm or less, the low rainfall model (Model 1) is used; if more than 4 mm, the high rainfall model (Model 2) is used.)

- Average minimum temperature for the period from 20 days prior to the forecast date (FL) to 18 days prior to the forecast date (FL)

The average difference between the maximum and minimum temperatures during the period from 20 days prior to the forecast date (FL) to 10 days prior to the forecast date (FL).

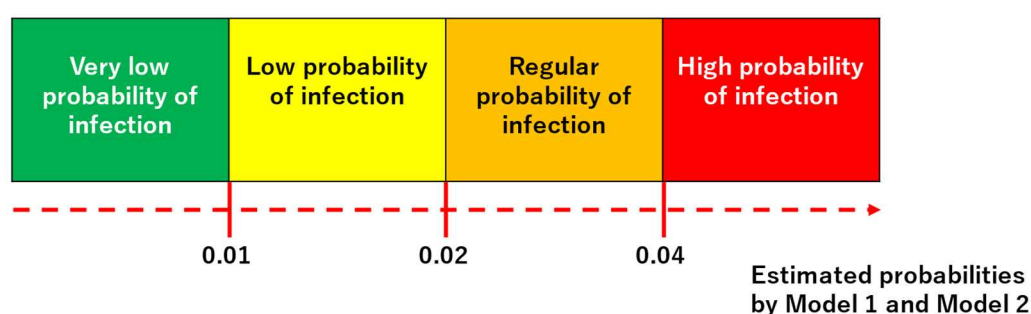


Figure 2: Categories of coffee leaf rust infection risk

The estimated probabilities obtained from this equation are used to derive the following four categories of 10-day coffee leaf rust infection risk.

- Very low probability of infection
- Low probability of infection
- Regular probability of infection
- High probability of infection

The estimated probability is the probability that a lesion will occur on a specific part of a coffee leaf.

A leaf can have up to 25 lesions, and a threshold value of 0.04, for example, is a well-founded critical threshold because the probability of a lesion appearing on a coffee leaf is 1 ($0.04 \times 25 \text{ lesions} = 1$).

(4) Target Area and Beneficiaries

The core target market for this business will be coffee farmers and producers' associations in Guatemala. Guatemala's coffee bean production in 2020 is approximately 225,000 tons, ranking it 10th in the world. The export value is approximately 72.3 billion yen, and Japan is the second largest export destination after the U.S., with approximately 14% of exports going to Japan. The coffee is mainly grown in eight regions (see Figure 3 below), with the Antigua region being the most representative, and Starbucks Coffee Japan sells beans from this region. Small-scale farmers (producing less than 1.8 tons) account for 96.8% (about 121,000 farms), medium-scale farmers (1.8 to 18 tons) account for 2.9% (about 3,600 farms), and large-scale farmers (producing more than 18 tons) account for 0.3% (about 350 farms).

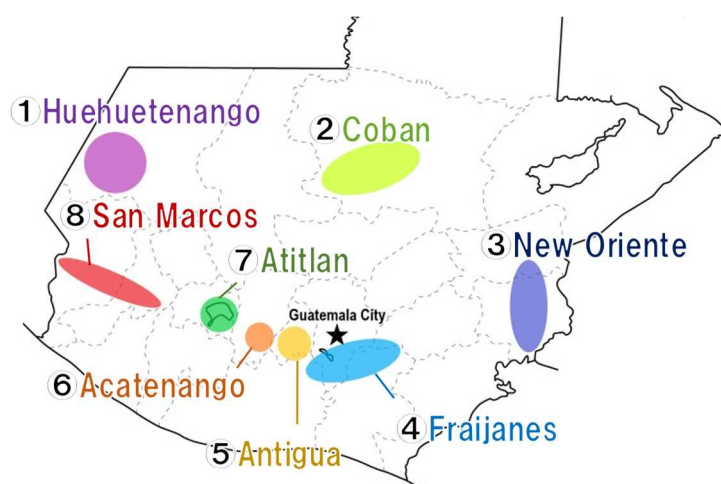


Figure 3: Typical coffee production regions

(5) Duration

November 2022 - November 2023 (12 months)

(6) Survey Schedule

The survey team from Japan conducted the survey in Guatemala during the following period.

- April 16, 2023, to April 27, 2023 (12 days)

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

Status of achievement of the goals of this study

(1) As a result of this survey, the proposed corporation will be able to determine the feasibility of the business model (market, competition, price, cost, etc.) in concrete terms.

Result: Guatemala and other Central American countries have a long history of suffering from coffee leaf rust for long years, and there is a high need and market for a coffee leaf rust forecasting model, as it has been an urgent issue. On the other hand, because of the long history of coffee leaf rust control, it is necessary to improve the accuracy of coffee leaf rust prediction models in order to establish them as products, following the efforts of Anacafe's "Coffee Cloud" and the EU and IICA's coffee risk management systems, if the product can be made

more user-friendly and inexpensive for farmers and cooperatives, it may be possible to establish a competitive edge in the market.

(2) As a result of this study, MEC and ACS will be able to make a concrete decision on the feasibility of entering the Guatemalan market (investment environment and regulations, business structure and partners, cultural and social compatibility, development in other countries, etc.).

Result: FARMiL Guatemala is an information service, and it has already been confirmed through interviews with the Guatemalan Intellectual Property Register Office (Registro de la Propiedad Intelectual) that business can be established based in Japan if copyrights are obtained to prevent copying by third parties. On the other hand, in order to enhance the accuracy of FARMiL Guatemala in predicting coffee leaf rust outbreaks and to meet the needs of more local farms and producer associations, it would be appropriate to establish a local agent to hear the needs on the local side and to respond to the inquiries about the use of FARMiL Guatemala and its fees. According to Invest Guatemala, which encourages foreign investment in Guatemala, it was advised that it would be appropriate for this business model to have an agent contract to deal with customers.

As mentioned in (1) above, Central America has a long history of coffee leaf rust control, and if a business model can be established in Guatemala, which has the largest market in Central America, expansion to other Central American countries will be possible.

(3) As a result of this survey, a project proposal (specific goals, activities, duration, inputs, counterparties, etc.) will be organized in case of proposing a new private partnership project in the future.

Result: After this survey, MEC and ACS would like to start business development on a private basis, starting with Bio Joyas farms from which we received an inquiry about the Product during the seminar. While expanding services to Bio Joyas farms, and in parallel targeting medium to large farms and producer associations that unite small farmers, MEC and ACS will also explore the possibility of further promoting and deploying FARMiL Guatemala to those who unite small farmers. In addition, by utilizing the information collected from these farms and producer associations to improve the product, the accuracy of FARMiL Guatemala will be improved, and in the near future, a well-established business model will be tested again through the JICA private partnership program.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Although it is difficult to commercialize the project in the short term, it is judged to be feasible in the medium to long term, taking into account the needs for coffee leaf rust control.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Currently, we are collecting information to provide FARMiL Guatemala, which is a highly accurate local weather forecasting system for microclimates in Guatemala, to farms and producers' associations that are potential buyers of FARMiL Guatemala, as requested by each farm and association. We are in the process of continuing to collect information in order to provide "FARMiL Guatemala" with localized and accurate

weather forecasts for microclimates in Guatemala. In the short term, we will repeat the process of "information collection, feedback, and upgrade (brush-up)" targeting the farms and producer associations with which we have established relationships through this survey, and aiming full-scale business development once the service content as coffee leaf rust forecast information has matured.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY



SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for
Coffee Leaf Rust Controlling with Weather Forecast in Guatemala



Meteorological Engineering Center, Inc. (Osaka, (Osaka Pref.)),
Agricultural Consulting Service Co., Ltd.(Osaka(Osaka Pref.))




Development Issues Concerned in Agriculture Sector

- 97% of the country's 120,000 coffee producers are small scale farmers and the majority are poor. The income disparities between urban and rural areas and illegal immigration are problems.
- The damage caused by coffee rust is serious (nationwide production decreased by 15%, and the estimated loss was about 8.8 billion yen*). For small scale farmers, the implementation of pesticide spraying based on objective data and the reduction of pesticide costs are issues.

(*Estimated data by our company that limits the variety to Arabica only.)

Survey Outline

- Contract period: November 2022 ~ November 2023
- Country/Area: Guatemala/Guatemala, Zacatepéquez, Alta Verapaz
- Survey Overview: Coffee rust is one of the most feared diseases because once it spreads, it can cause large scale blight damage. FARMiL Guatemala, which provides 10 days weather forecasts, will contribute to the reduction of disease damage, the improvement of the livelihoods of small scale farmers, the correction of disparities between urban and rural areas, and the reduction of illegal immigration.



FARMiLGuatemala
(Smartphone screen)

URL : https://site1.mec-weather.jp/farmil_guatemala/index.php ID: farmil PW: guatemala

How to Approach to the Development Issues

- Utilizing downscaling in weather forecasting and statistical model for predicting coffee leaf rust outbreaks, "FARMiL Guatemala " provides suitable period of pesticide spraying 10 days ahead. Farmers can prevent the occurrence of coffee rust disease while keeping farming costs down through efficient pesticide spraying.
- The proposed products and technologies are sold to associations that organize small scale farmers, as well as medium and large scale farmers.

Expected Impact in the Country

- This will lead to increase yield for small scale farmers, which account for the majority of the population, and a reduction in the cost of pesticides, which will benefit from increased profits. (As a numerical target, we will reduce the damage caused by coffee rust to 5%, aiming for an estimated profit effect of 5.9 billion yen.)
- Stable job creation and income gains for coffee producers can contribute to reducing income disparities between rural and urban areas. In addition, securing stable employment will contribute to deterring illegal immigration of producers by making it possible to continue settlement and farming.

October 2023

別添資料

1. 調査工程表
2. 業務従事者の従事計画・実績表
3. その他

企業機密情報につき非公開