

南アフリカ共和国

南アフリカ共和国
衛星データを活用した農作物生産性向上のための農業情報サービスビジネス
(SDGs ビジネス) 調査

最終報告書

2022年5月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

一般財団法人
リモート・センシング技術センター

民連
JR
22-035

<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 －

－ 図 目 次 －	iii
－ 表 目 次 －	iv
略語一覧.....	
第1 エグゼクティブサマリ	1
1. 調査の概要および SDGs /開発課題との整合性	1
(1) 調査の全体像.....	1
(2) 調査の背景.....	1
(3) 調査の目的.....	3
(4) ビジネスモデル概要.....	3
(5) SDGs /開発課題との整合性.....	6
2. 調査方法.....	6
(1) 調査計画全体.....	6
(2) 調査期間.....	9
(3) 調査地域.....	9
(4) 調査体制と役割.....	9
3. 検証結果.....	11
(1) 調査項目・調査内容.....	11
(2) 調査結果.....	14
(3) 事業化可否.....	19
(4) 事業化可否の判断根拠・検証結果.....	19
(5) 事業化を目指すビジネスモデル.....	20
(6) 残課題と今後の対応策.....	20
(7) 事業化までの計画.....	21
第2 調査結果詳細.....	23
1. 市場環境調査.....	23
(1) 国内市場概況（市場規模、市場特性、ニーズ、競合他社）.....	23
(2) 農村インフラ.....	27
2. 現地の投資・ビジネス環境調査.....	31
(1) 提案事業に関連する経済・社会情勢の状況.....	31
(2) 投資関連法規、許認可、優遇措置、投資コスト.....	36
3. 過去データの検証.....	41
(1) 各種データの調査・入手.....	41
(2) 予測の実施と検証.....	42
4. サービス仮説検証.....	45
(1) 準備・検証計画の策定.....	45
(2) 予測の実施とヘルスチェック.....	45
(3) サービス形態の明確化.....	46
(4) サービス形態の仮説検証・最終化.....	47
5. プロモーション.....	51

(1)	マーケティング・販売に係る調査と戦略策定	51
(2)	パートナーとの連携調査	56
(3)	農業関連団体等への宣伝	56
(4)	農業研究機構との連携可能性調査	56
(5)	顧客層へのサービス説明	57
6.	事業が創出する開発効果/SDGs 貢献への効果検討	61
(1)	貢献を目指すゴールに関するビジネス対象国・地域の概況	61
(2)	開発効果指標設定と開発効果発現までのシナリオ設定	62
(3)	国際機関との連携可能性の検討	64
(4)	ベースライン調査の実施	65
(5)	開発効果の検証	66
7.	事業計画案の策定	68
(1)	バリューチェーン調査	68
(2)	サービス提供体制（ビジネスモデル）	68
(3)	売上計画	69
(4)	要員計画・人材育成計画	70
(5)	資金調達計画	71
(6)	事業リスク調査	71
(7)	財務分析	72
(8)	事業実施スケジュール策定	73
8.	JICA との連携可能性の検討	74
(1)	連携事業の必要性検討	74
(2)	他国展開と JICA 事業との連携	75
(3)	連携事業の実施スケジュール策定	75
(4)	連携による効果の予測	76
	別添資料	78

－ 目 次 －

図 1	調達におけるデータの流れ.....	5
図 2	調査計画全体.....	8
図 3	調査地域.....	9
図 4	業務実施体制図.....	9
図 5	各公的機関の農業普及員の関係性.....	17
図 6	ビジネスモデル.....	20
図 7	事業化までのスケジュール.....	22
図 8	政府等公共セクターを通じた、農業向けリモートセンシングサービスの市場規模.....	23
図 9	銀行ユーザー向けの農業リモートセンシングサービスの市場規模.....	24
図 10	保険ユーザー向けの農業リモートセンシングサービスの市場規模.....	24
図 11	南アフリカにおける農家の組織構造.....	24
図 12	スマート農業を実現するための最新技術.....	25
図 13	電気料金と国内インフレの推移.....	28
図 14	3G および 4G/LTE のカバー率.....	30
図 15	人口構成と変化.....	33
図 16	GDP に占める各産業の割合（2018 年）.....	34
図 17	人口と食糧生産量の変化.....	34
図 18	南アフリカにおけるトウモロコシ（左）と小麦（右）の生産状況の推移.....	35
図 19	労働従事者数と農業従事者数の推移.....	36
図 20	Agriculture & Agro-processing Master Plan.....	39
図 21	Doing Business における南アフリカのランキング推移.....	40
図 22	季節予測データが対象とする 2Grid.....	41
図 23	実測値と予測値との比較一覧.....	42
図 24	Grid A 及び B の予測値とハウテン州の実測値の比較.....	43
図 25	Grid B の予測値とハウテン州及びノースウェスト州の実測値の比較.....	43
図 26	2019 年 10-12 月の 1 か月ごとの予測と実測値との比較.....	46
図 27	デモ用に作成した当初の画面.....	48
図 28	変更後のトップ画面（D13、E12 の Grid のみ情報を表示）.....	49
図 29	変更後の予測収量の表示画面（Grid D13 の例）.....	49
図 30	変更後のヘルスチェックの表示画面（Grid E12 の例）.....	50
図 31	大規模農家向けに提供するサービス領域.....	52
図 32	小規模農家向けに提供するサービス領域.....	53
図 33	公的機関の提供する農業支援サービスのインターフェース（DAFF の例）.....	53
図 34	RESTEC の技術導入・協業への興味が確認された企業.....	56
図 35	ARC の各種アプリ画面（左から AgriCloud、MIG、ARC HUB）.....	57
図 36	開発効果指標とシナリオ設定.....	62
図 37	降水量と非商業用トウモロコシの生産量及び作付面積の年次変化.....	63
図 38	トウモロコシの輸入量及び価格変動傾向.....	63
図 39	農家の収支構造に鑑みた開発効果の考え方.....	67
図 40	サービス提供イメージ図（再掲）.....	68

図 41 収支・キャッシュフローの推移グラフ	73
図 42 SATREPS の実施スケジュール（再掲）	76

— 表 目 次 —

表 1 原仕様書の「第5条 調査の内容」の変更点（赤字部分）	6
表 2 各従事者の役割分担	10
表 3 残課題と今後の対応策	21
表 4 農業関連の主要な計画	38
表 5 農業関連の主要な政策、法律	39
表 6 ビジネス展開が期待される農業以外の分野とユースケース	54
表 7 収支計画推移	72

略語一覧

略語	英語	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFSIS	ASEAN Food Security Information System	ASEAN 食料安全保障情報システム
agbiz	Agricultural Business Chamber of South Africa	南アフリカ農業商工会議所
Agri SA	Agri South Africa	南アフリカ農業産業協会
ANC	African National Congress	アフリカ民族会議
ARC	Agricultural Research Council of South Africa	南アフリカ農業研究機構
DAFF	Department of Agriculture, Forestry and Fisheries	南アフリカ共和国農林水産省
DEA	Department of Environmental Affairs	南アフリカ共和国環境局
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連世界食糧計画
GDARD	Gauteng Department of Agriculture and Rural Development	ハウテン州 農業農村開発局
GMO	Genetically Modified Organisms	遺伝子組み換え作物
JAMSTEC	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	海洋研究開発機構
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KPI	Key Performance Indicator	重要目標評価指標
NDP	National Development Plan	国家開発計画
NEPAD	New Partnership for Africa's Development	アフリカ開発のための新パートナーシップ
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries	石油輸出国機構
RESTEC	Remote Sensing Technology Center of Japan	一般財団法人 リモート・センシング技術センター
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SATREPS	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SHEP 事業	Smallholder Horticulture Empowerment Project	小規模園芸農民組織強化計画
WFP	United Nations World Food Programme	国際連合世界食糧計画

第1 エグゼクティブサマリ

1. 調査の概要および SDGs/開発課題との整合性

(1) 調査の全体像

項目	内容
目的	南アフリカ向け「農業支援情報サービス」事業のビジネスモデルを検証し本格的な事業開始に向けて十分な準備を行うこと、および事業を通じた開発効果の創出に向けたプランの策定を行うこと
期間	2019年12月24日-2022年5月31日(2年6カ月)
活動地域	南アフリカ共和国ハウテン州、およびフリーステート州
事業化を目指すビジネス概要	農家に対して「いつ播種をするか」および「どのくらい肥料を与えるか」という情報を提供するとともに、「(数カ月先に)どのくらいの収量が期待できるか」といった収量予測情報を提供する「農業支援情報サービス」
達成を目指す SDGs ゴールと裨益者	<目指すゴール> ゴール2 飢餓・栄養 【ターゲット 2.4】 2030年までに、生産性を向上させ、生産量を増やし、生態系を維持し、気候変動や極端な気象現象、干ばつ、洪水およびその他の災害に対する適応能力を向上させ、漸進的に土地と土壌の質を改善させるような、持続可能な食料生産システムを確保し、強靱（レジリエント）な農業を実践する。 ゴール13 気候変動 【ターゲット 13.1】 すべての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）および適応の能力を強化する。 <想定裨益者> 南アフリカの農民および食料消費者である南アフリカ国民
活動内容	市場環境調査 現地の投資・ビジネス環境調査 過去データの検証 プロモーション 事業が創出する開発効果/持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals、以下「SDGs」と記す）貢献への効果検討 事業計画案の策定 国際協力機構（JICA：Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」と記す）との連携可能性の検討

(2) 調査の背景

① 南アフリカ共和国が抱える開発課題

調査の背景となる主な開発課題は、南アフリカ共和国（以下「南アフリカ」と記す）における農業従事者と同国の重要産業である鉱工業およびサービス業等の産業従事者間の所得格差、および洪水・干ばつ等の深刻な気象災害によって農業活動が不安定であることによる農業の脆弱性が挙げられる。

ア) 所得格差

南アフリカは、アフリカ最大の GDP を有する中進国であり、経済成長が続く一方、所得格差の拡大や失業が大きな社会問題となっている。同国においては、鉱工業やサービス業が重要な産業であり、農林水産業による GDP は全体の 2.2%に過ぎない（76.9 億 US ドル、2017 年）。

農村部の人口は多いが、2000 年の 1970 万人（総人口の 44%）から 2014 年の 1930 万人（総人口の 33%）へと減少している（国連世界食糧計画（FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations、以下「FAO」と記す）統計）。農村部は都市部に比べて高収入の機会が少なく、農業従事者の所得が向上しないことが均衡のとれた国家経済発展に影響を及ぼしていると考えられる。

イ) 深刻な気象災害による農業の脆弱性

南アフリカの農業立地環境を見ると、インド洋に面した海岸地域は温暖湿潤であるが、内陸部では高原状の地形で同緯度の他地域に比べて冷涼で晴天率が高い。国土（121.9 万平方キロ）の約 8 割の 96.8 万平方キロが農用地に区分されるが、耕地はその 13%の 12.5 万平方キロに過ぎず、他は草地や放牧地となっている（2014 年、FAO 統計）。主要な農産物は、2014 年の FAO 統計によれば、収穫面積が大きい順に、トウモロコシ（268.8 万 ha）、ヒマワリ（59.9 万 ha）、大豆（50.3 万 ha）、小麦（47.7 万 ha）であるが、それらの単位面積当たりの収量は年々大きく変動しており、その主たる要因は気象災害にある。干ばつは、南アフリカにおいて最も被害の大きい気象災害であり、例えば、2015 年から 2016 年の耕作期の雨量が平年比で 32%少なかったことによりトウモロコシの収量が約 4 割減少したとの報告があった。こうした干ばつに対処するため、気象・植生モニタリングのニュースレターが南アフリカ農業研究機構（ARC : Agricultural Research Council of South Africa、以下「ARC」と記す）より毎月発行され、農家、普及員、政府関係者などのステークホルダーに配布されているが、対策を講じるには十分な情報とはなっていない。農家、普及員からは、より詳細な情報として個別の農家に適用する播種の適期、施肥の適期・適量、用水確保のための対応策といった具体的な判断材料が要望されている。

② RESTEC の事業概要と南アフリカ展開

提案企業である一般財団法人リモート・センシング技術センター（RESTEC : Remote Sensing Technology Center of Japan、以下「RESTEC」と記す）は、森林、災害、海洋、インフラ監視など、様々な分野で衛星データの利用を促進しているが、衛星による農業環境情報の解析は RESTEC のコア技術の 1 つである。特にコメの収量推定の技術は東南アジア各国の省庁関係者から高い評価を受けており、例えば ASEAN 食料安全保障情報システム（AFSIS : ASEAN Food Security Information System、以下「AFSIS」と記す）は、RESTEC からの情報を用いてコメの作況見通しを作成し、関係者に提供している。

また、RESTEC は 2015 年から 2017 年にかけて、南アフリカにおけるリモートセンシングに関する JICA の能力開発事業を支援した。RESTEC は衛星データの農業分野への応用について研修を 3 度実施したが、RESTEC もこの研修を通じて南アフリカにおける農業の課題、特に干ばつの深刻さを認識した。同課題は、RESTEC の技術を用いることで解決できる可能性がある。

(3) 調査の目的

本調査では、南アフリカの主な農作物であるトウモロコシを対象にした「農業支援情報サービス」事業のビジネスモデル（仮説）（下記 4）にて後述）を検証し本格的な事業開始に向けて十分な準備を行うこと、および事業を通じた開発効果の創出に向けたプランの策定を目的とする。

(4) ビジネスモデル概要

本事業は、RESTEC の「農業支援情報サービス」をトウモロコシ農家へ直接販売、またはドナーとなる農業省や国際機関へのサービス販売で収益を上げるとともに、エンドユーザーである農家の強靱（レジリエント）な農業実践に貢献することで、農家の収入向上、所得向上を目指す。

「農業支援情報サービス」では、対象地域で個別のトウモロコシ農家が「いつ播種をするか」および「どのくらい肥料を与えるか」により、「(数カ月先に) どのくらいの収量が期待できるか」といった収量予測情報を提供することを想定している。加えて、6 ヶ月先までの季節予報、衛星データを活用したトウモロコシのヘルスチェック機能を備えることで、短期的には干ばつや病害等による自らの農作物への被害を軽減、中長期的には気候変動に適応した適切な作物の選択が可能となる。

調査開始時の本サービスのビジネスモデルの仮説を以下に示す。本仮説の技術的・商業的側面での事業可能性を判断するため、以下 6 つの項目に関する調査設計とした。

- I. 収益の出る「農業支援情報サービス」市場は存在するか
- II. 現地で利用可能なサービス形態（提供先、提供形式、提供価格）を明確にできているか
- III. 本サービスの有効性（安定収量の達成）および予測精度は十分か
- IV. サービスを構築するための現地ソリューション提供パートナーとの連携体制はできているか
- V. 本事業によって創出される開発効果（重要目標評価指標（KPI：Key Performance Indicator、以下「KPI」と記す）、目標値）は明確か
- VI. 継続的な開発効果の創出のために展開可能な派生事業の内容、および実現のためのアクションプランは明確か

① 調達

「農業支援情報サービス」は、衛星や季節予測等のデータ群に加え、このデータ群をインプットとするモデル群を活用し、そこから得られたデータを加工して利用する。

ア) 衛星データプロバイダ

人工衛星データを用いた農業環境情報は RESTEC のコア技術であり、衛星データを加工処理することで様々な農業環境情報（作物作付状況、土地利用情報、土壌情報、気象情報）を獲得することが可能である。過去に JICA の協力準備調査（BOP ビジネス連携促進において「インドネシアにおける農業従事者向け『天候インデックス保険』導入準備調査」を実施した実績の他、アジア開発銀行（ADB：Asian Development Bank、以下「ADB」と記す）や宇宙航空研究開発機構（JAXA：Japan Aerospace Exploration Agency、以下「JAXA」と記す）などの業務を通し、これまでに東南アジア、アフリカ農業分野における衛星データの利用可能性の検証を実施している。現在、衛星データから得られる農業従事者向けの情報の一部は、JAXA がオンラインで公開しており（RESTEC は契約に基づきプロダクトの作成等で JAXA を支援）、AFSIS が、この情報を用いて水稻の作況見通しを作成

し、各国の農業関連の政府関係者間で共有している。

イ) 季節予測データプロバイダ

季節予測は海洋研究開発機構（JAMSTEC：Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、以下「JAMSTEC」と記す）の独自技術であり、最大6ヶ月先までの季節予測データを獲得することが可能である。南アフリカにおいては地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS：Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development、以下「SATREPS」と記す）を通してダウンスケールの研究開発（「気候変動予測とアフリカ南部における応用」）が行われ、当地では実績がある。本事業においては100km×100kmのマクロなメッシュの区画単位での季節予測データを利用する。

ウ) 陸面水文モデル

陸面水文モデルはJAXAと東京大学が研究開発した技術で、南アフリカのような干ばつ等が発生する乾燥地で重要となる土壌水分などの情報を推定することが可能である。

エ) 作物収量予測モデル

作物収量予測モデルは鳥取大学乾燥地研究センターが研究している技術で、上記ア)、イ)、ウ)で獲得したデータを入力し、播種日や施肥量によるトウモロコシの収量の違いを予測可能であるものである。

オ) 気象データプロバイダ

南アフリカの気象局は、気象観測や気象予報を実施しており、ウェブサイトなどで一般に公開している。この情報は、作物収量予測モデルへ入力し、上記イ)の季節予測と実際の気象との差によって生じた作物の生長のズレを補正する。

上記のデータ、およびモデルを利用して獲得したデータをRESTECが加工・分析し、「農業支援情報サービス」のインプットデータとする。また、エンドユーザーの要望によって、オプションとして実測データを組み込むことで、より精度の高い・粒度の細かい情報サービスの提供を行う予定である。

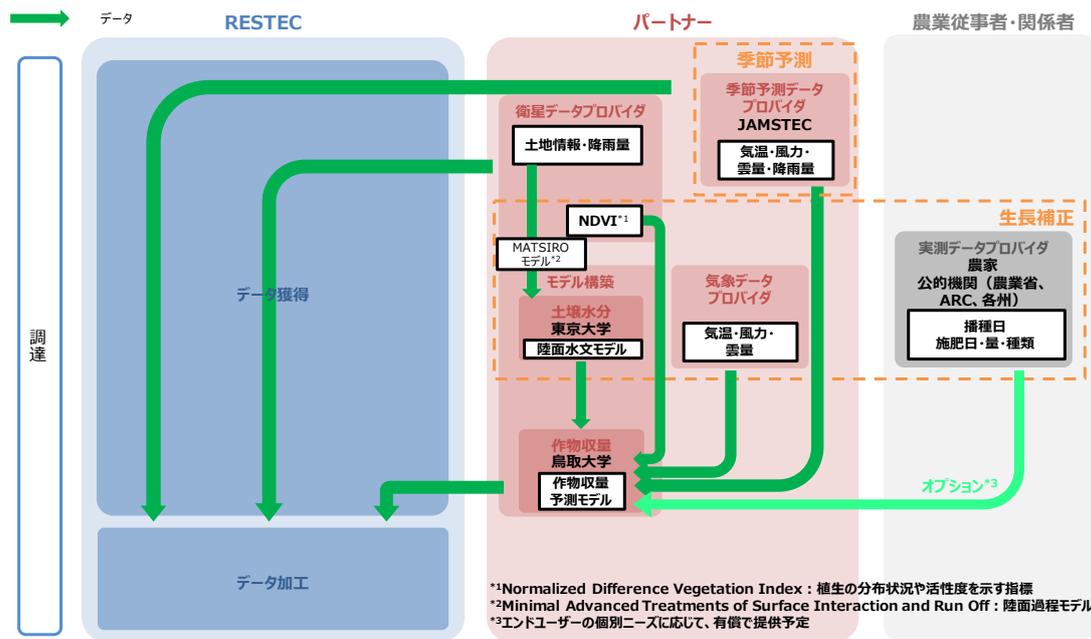


図 1 調達におけるデータの流れ

② 開発

本事業で提供予定の「農業支援情報サービス」は、従来乾燥地農業で提唱されてきた気象情報を用いたレスポンスファームングを、最新の科学技術を用いてより効果的に実現できる最適なサービス提供形態に仕上げ、気象条件の厳しい乾燥地農業を行う南アフリカの農業関係者に、有益で付加価値の高いソリューションとして提供していく想定である。「農業支援情報サービス」が提供する柱となる情報は収量予測であり、具体的には、「いつ播種をするか」および「どのくらい施肥をするか」、それによって「どのくらいの収量が期待できるか」に関する情報をエンドユーザーに提供する想定である。施肥と収量の関係については、単純に収量を最大化させることが目的とは限らず（収量が過多の場合は値崩れがおこり、肥料等の経費率が上がり収益性が低下する）、「目標の収量を達成するために最適な肥料の量」に関する情報を提供することを想定している。

また、収量に関する情報に加え、季節予測データから推測される干ばつの警報、および衛星での監視による作物の成長具合のヘルスチェック情報も提供する。

サービス提供形態は、形態によってはアプリ・インターフェースを開発することも含め、農業関係者へのヒアリングによって最適な形態を見極める。

③ 販売・マーケティング

本事業で提供する予定の「農業支援情報サービス」のエンドユーザーは南アフリカのトウモロコシ農家を想定している。南アフリカのトウモロコシ農家は資金力を有す大規模農家と零細企業である小規模農家に分類されるため、対象エンドユーザーによって販売先を変える予定である。

① (イ) にて上述の通り、本事業では 100km×100km のメッシュでの季節予測データを活用するため、マクロなデータでも現在の営農に改善効果が期待される小規模農家での利用可能性が高いと想定される。ただし、小規模農家は資金力や情報サービス活用のための基礎知識や

経験を自力で賄うことが難しい可能性があるため、農業省等が「農業支援情報サービス」を購入し、農業省下の農業普及員、または協力関係にある各州の普及員を通じてサービスを提供してもらうことを想定している。

また、現地調査を通じて国際連合世界食糧計画（WFP：United Nations World Food Programme、以下「WFP」と記す）が他のアフリカ国も含めた本サービスの導入に興味を示しており、販売先としての可能性が高いと想定される。

一方で、資金力を有し既にある程度レベルの高い農業支援サービスを受けている可能性があるエンドユーザーには、オプションとして対象地域内での実測データ等もインプットとしたミクロなデータを含むカスタマイズしたサービスを直接提供することを想定している。

（5）SDGs/開発課題との整合性

本事業により、農家は干ばつ・病害等による農作物への被害の軽減、および気候変動に適応した適切な作物の選択が可能となると想定している。その結果、南アフリカの農業分野における生産性および災害や気候変動に対する適応能力が向上し、農家の収入安定・向上につながることで、SDGsの掲げるゴールの内、ゴール2「飢餓・栄養」、ゴール13「気候変動」への貢献を想定している。

<ゴール2 飢餓・栄養>

【ターゲット 2.4】 2030年までに、生産性を向上させ、生産量を増やし、生態系を維持し、気候変動や極端な気象現象、干ばつ、洪水およびその他の災害に対する適応能力を向上させ、漸進的に土地と土壌の質を改善させるような、持続可能な食料生産システムを確保し、強靱（レジリエント）な農業を実践する。

<ゴール13 気候変動>

【ターゲット 13.1】 すべての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）および適応の能力を強化する。

2. 調査方法

（1）調査計画全体

1-1-3) 調査の目的にて述べた6つの問いに答えるべく、調査内容を設計し、調査を開始したが、2019年末に世界初の症例が確認された新型コロナウイルス（COVID-19）の世界的感染拡大の影響に伴う現地活動の制限により、当初の調査計画の内容を変更（表1）するとともに、図2のとおりスケジュールを後ろ倒しで実施した。現地で実施する予定であったパイロット事業については、トウモロコシの生長に関するデータの直接採取はとりやめ、2019年-2020年におけるハウテン州の1か月ごとの統計情報を基に収量予測の精度を評価する方法に変更した。その他、現地での実施を計画していたプロモーション等の活動は、オンラインで実施することとした。

表1 調査の内容の変更点（赤字部分）

変更前	変更後
(3) 過去データ(2001-2015年)の検証	(3) 過去データの検証
①各種データの調査・入手	①各種データの調査・入手

②予測の実施と検証	②予測の実施と検証
(4)パイロット事業の実施	(4) サービス仮説検証
①パイロット準備	①準備・検証計画の策定
②予測の実施とヘルスチェック	②予測の実施とヘルスチェック
③サービス形態の明確化	③サービス形態の明確化
④サービス形態の仮説検証・最終化	④サービス形態の仮説検証・最終化
(5)プロモーション	(5) プロモーション
①マーケティング・販売に係る調査と戦略策定	①マーケティング・販売に係る調査と戦略策定
②パートナーとの連携調整	②パートナーとの連携調整
③展示会等での宣伝	③農業関連団体等への宣伝
④農業研究機構 普及員のキャパビル	④農業研究機構との連携可能性調査
⑤サービス説明会	⑤顧客層へのサービス説明会

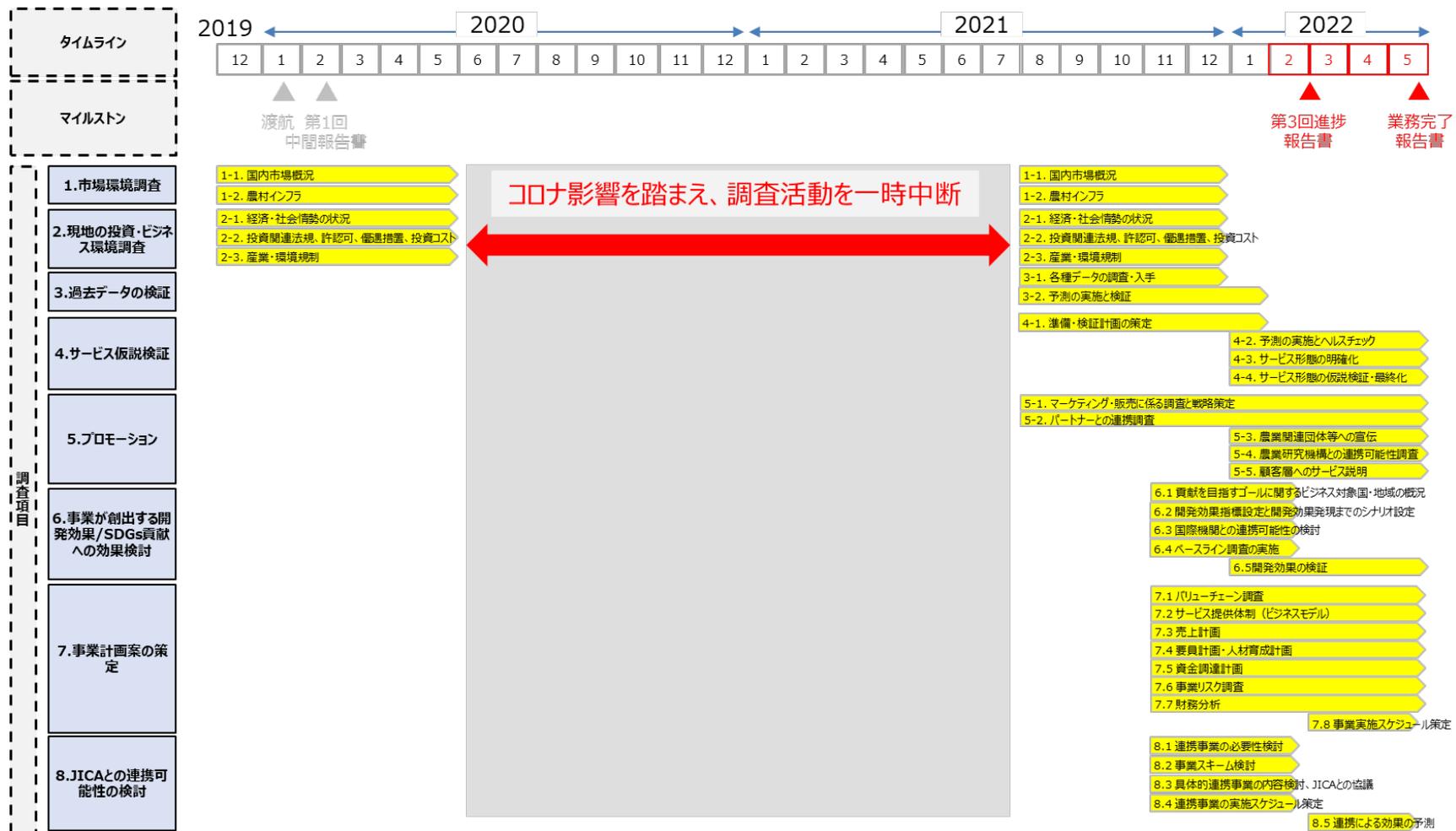


図 2 調査計画全体

(2) 調査期間

2019年12月24日から2022年5月31日まで（2年6カ月）

(3) 調査地域

本調査の対象地域としては、南アフリカの首都であるプレトリアや経済の中心であるヨハネスブルグを抱え住民間の所得格差の大きいハウテン州、および南アフリカの中でも有数のトウモロコシ作付面積を有すフリーステイト州を選定した。

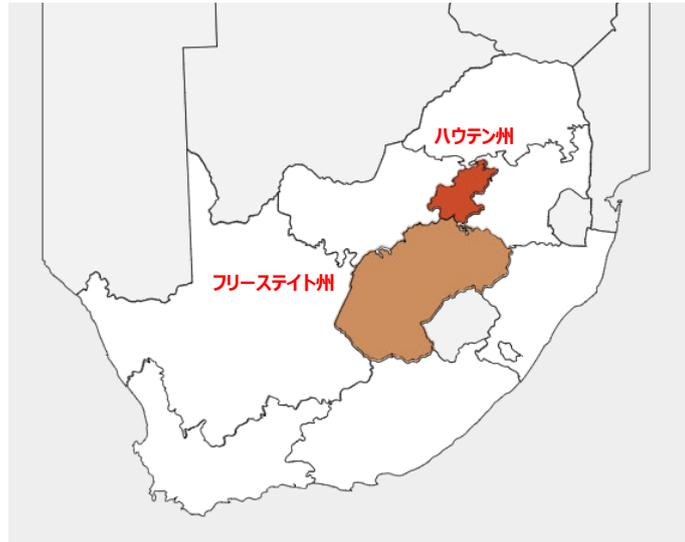


図 3 調査地域

(4) 調査体制と役割

本調査における調査体制と役割を以下に示す。

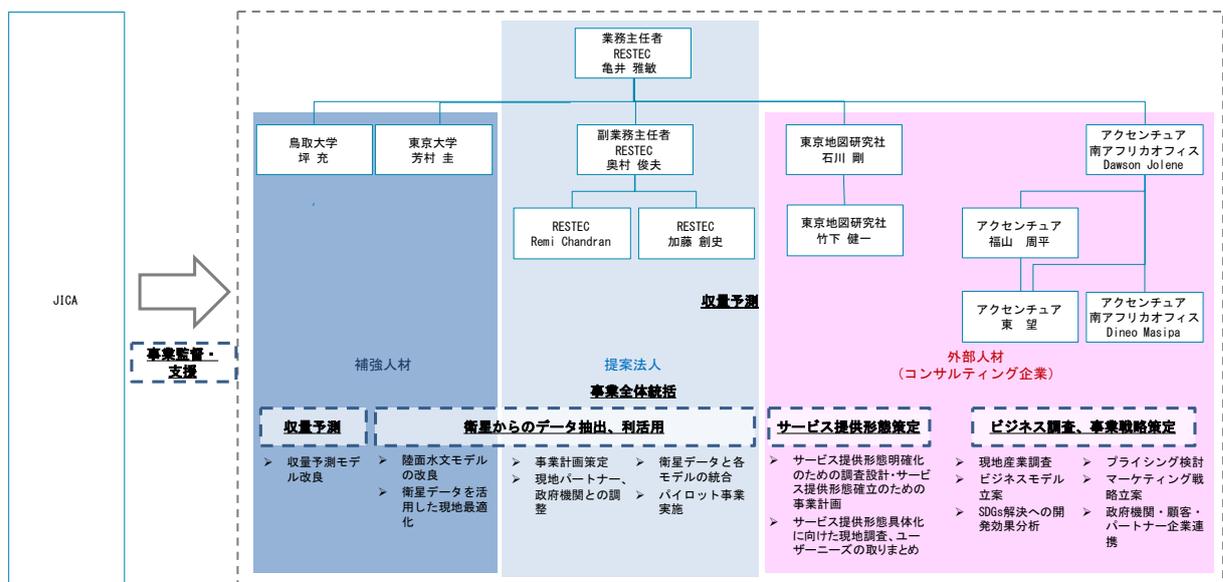


図 4 業務実施体制図

表 2 各従事者の役割分担

#	従事者名	所属先	担当業務	詳細
1	亀井 雅敏	一般財団法人 リモート・センシング 技術センター	業務主任者	<ul style="list-style-type: none"> 業務主任者として、事業全体の統括、事業計画策定を担当
2	奥村 俊夫	一般財団法人 リモート・センシング 技術センター	副業務主任者 (衛星技術担当)	<ul style="list-style-type: none"> 副業務主任者として業務主任者のサポートを担当。加えて衛星技術を活用した気候変動に関する季節予測情報の入手、収量予測モデルへの入力情報としての加工、それらの統合によるサービスの出力を担当
3	Remi Chandran	一般財団法人 リモート・センシング 技術センター	パートナー連携担当	<ul style="list-style-type: none"> 農業支援サービスの実施や提供で協力する現地パートナーとの連携の具体化を担当
4	加藤 創史	一般財団法人 リモート・センシング 技術センター	パイロット事業実施担当	<ul style="list-style-type: none"> 農業支援サービスの有効性や予測精度の検証を目的としたパイロット事業の実施、農業支援サービスの有効性の検証を担当
5	坪 充	国立大学法人 鳥取大学 (補強人材)	収量予測モデル担当	<ul style="list-style-type: none"> トウモロコシの収量予測モデルの開発、および現地再委託先の農業研究機構 (ARC) と協力の上で現地への最適化を担当
6	芳村 圭	国立大学法人 東京大学 (補強人材)	陸面水文モデル担当	<ul style="list-style-type: none"> 農作物の生育に重要な陸面水文モデルの開発、および加えて衛星技術を活用し現地への最適化を担当
7	石川 剛	株式会社 東京地図研究社	サービス提供形態明確化のための調査設計・サービス提供形態確立のための事業計画	<ul style="list-style-type: none"> サービス提供形態の明確化に向けた、必要調査ニーズの洗い出し、ヒアリング対象/手法の検討等に係る調査計画策定、サービス形態確立のための事業計画の具体化を担当 国内外において、農業活動に係る各種インプットデータ(農業に関連するモデル、衛星データ)のハンドリングに対する知見、および途上国におけるサービス形態設計に向けたヒアリングの調査設計スキルを有し、多数のRESTECとの協業実績を有することから、RESTECの技術が最大限に活かされるサービス形態の明確化を担当
8	竹下 健一	株式会社 東京地図研究社	サービス提供形態具体化に向けた現地調査、ユーザーニーズの取りまとめ	<ul style="list-style-type: none"> 特に貧困層を含む途上国におけるサービスのあるべき姿の具体化に係るヒアリングを多く実施しており、サービス提供形態の具体化に向けたインプット情報抽出に係る現地調査、ユーザーニーズの取りまとめを担当
9	福山 周平	アクセンチュア 株式会社	ビジネス展開計画策定、報告書構想立案	<ul style="list-style-type: none"> ビジネス展開策定を統括。ビジネスモデル策定、プライシング検討、バリューチェーン調査、報告書構想立案を担当。
10	東 望	アクセンチュア 株式会社	市場環境調査、デジタルマーケティング、パートナー企業連携、報告書作成	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスを取り巻く市場環境調査 (顧客候補調査、競合調査等)、デジタルを活用したマーケティング実施、パートナー企業の選定・連携、および報告書作成を担当 特にデジタル技術を用いたビジネスにおけるマーケティングについて専門性を有し、衛星データを軸とした技術・サービスの展開のためのパートナーとの協業方法を含めた効率的な販売戦略立案を担当
11	Dineo Masipa	アクセンチュア 株式会社	ビジネス環境調査、パイロット事業実施現場交渉、開発効果調査	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスを実施するにあたり必要な許認可や法人形態等を検討するベースとなる投資・ビジネス環境調査 (法規制、優遇策等)、パイロット実施先現場の探索・交渉、開発効果調査を担当
12	Dawson Jolene	アクセンチュア 株式会社	農業アドバイザー/マーケティング戦略策定・開発効果分析統括/カウンターパート連携	<ul style="list-style-type: none"> ビジネス調査および事業戦略全体を統括。南アフリカの農業分野におけるマーケティング戦略策定、開発効果分析、カウンターパートのトップ連携を担当 提案サービスを南アフリカ国全体で活用可能なモデルとして普及するために、同国における商習慣、農業省等の中央政府機関や地方政府機関、現地パートナー候補および顧客候補となる大規模農家等、多様なステークホルダーとの折衝を担当
13	葛西 翠	アクセンチュア 株式会社	市場環境調査、デジタルマーケティング、パートナー企業連携-2	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスを取り巻く市場環境調査 (顧客候補調査、競合調査等)、プロモーション活動、パートナー企業の選定・連携、事業計画策定、JICAとの連携可能性の調査、および報告書作成を担当
14	Gladys Mujuru	アクセンチュア 株式会社	農業アドバイザー/マーケティング戦略策定・開発効果分析統括/カウンターパート連携-2	<ul style="list-style-type: none"> 事業計画策定、事業の開発効果特定、報告書作成を担当

上記従事者のうち、2022年1月より、#10の東望を葛西翠へ、#12のDawson JoleneをGladys Mujuruへそれぞれ変更した。

3. 検証結果

(1) 調査項目・調査内容

調査項目		ステータス	詳細
大項目	小項目		
1. 市場環境調査	1-1 市場の概況（市場規模、市場特性、ニーズ、競合他社）	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 文献調査およびヒアリング調査を通し、「農業支援情報サービス」に対して、大きく分けて2種の顧客層が存在することを確認した。 ● 主に大規模農家向けにリモートセンシング技術を用いた農業支援サービスを提供している企業が存在すること、その上で、気候変動予測技術については差別化要素になり得る旨を確認した。 ● 文献調査により市場規模を特定し、ターゲットとなる業態として見ていた農業セクター、金融セクターにおいて現時点でも、リモートセンシング技術を用いた IT ソリューションの市場が存在していることを確認した。
	1-2 農村インフラ環境	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 本事業ビジネスモデルの構築にあたり、関連すると考えられた電力・水・通信インフラの現状について、文献調査およびヒアリング調査を実施した。 ● ARC がスマホアプリ等を利用した小規模農家に対する支援を行っている等、簡易なデータ送受は可能な IT インフラが整っている状況を確認したが、地方ではインターネットへの接続が難しいというコメントを得た。 ● 電力は民間企業の参入等、電力供給が今後安定化され得る可能性が高まっていること、携帯電話・通信インフラは昨今、農村地域にも普及しつつあることから、必要最低限のインフラ環境は存在していることを確認した。 ● また、水インフラは洪水被害の影響が農業セクターにおいても発生し、問題となっている状況から、気候変動に対応し得る農業ソリューションへのニーズが高まっている旨を確認した。
2. 現地の投資・ビジネス環境調査	2-1 提案事業に関連する経済・社会情勢の状況	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 本事業を取り巻く政治・経済状況、法制度、規制について、文献調査およびヒアリング調査を実施。 ● 南アフリカにおいては、二重経済、高い失業率、食糧需要増加への対応、および農作物の貿易リスク等、農業に係る問題を多く抱えている背景から、Ramaphosa 大統領の下で、農業セクター改革に注力する動きがある点を確認した。 ● 上記より、農家の生産性向上に資する本ソリューションは、南アフリカ政府の政策の意図にも沿っており、経済的・社会的に妥当であることを確認した。
	2-2 投資関連法規、許認可、優遇処置、投資コスト	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 本事業を取り巻く国内市場における許認可、優遇措置、投資コストについて、文献調査およびヒアリング調査を実施 ● 現時点で想定しているビジネスモデル・サービス内容に関する投資関連法規、許認可は存在しない見通しを確認した。 ● 2022 年現在、南アフリカ政府が議論・最終化を進めている、農業セクターの Master Plan について調査の上、農業分野の政策・重点投資分野についても確認し、本事業の実施上の障害になる要素がない旨を確認した。
	2-3 産業・環境規制	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 本事業を取り巻く国内市場における産業・環境規制について、文献調査およびヒアリング調査を実施。 ● 現時点で想定しているビジネスモデル・サービス展開の障害になる規制は存在しない見通しを確認した。
3. 過去データの検証	3-1 各種データの調査・入手	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● ハウテン州をカバーする 2 つの Grid のデータを対象とし、2009 年から 2019 年までの季節予測データを入手した。 ● 本サービスに必要なインプットデータのスペック、利用条件、入手方法について把握した。

	3-2 予測の実施と検証	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記(3-1)のデータと収量予測モデルを使いトウモロコシ収量を予測し、実測値と比較検証を行った。 ● 現時点のモデルを用いた予測結果は概ね正しいものの、ずれが生じる年もあり、現時点の分析モデルの課題点と改善に向けて必要なアクションを整理した。 ● 予測結果と実際の収穫量との間に一定の相関関係が認められた。
4. サービス仮説検証	4-1 準備・検証計画の策定	完了	<p>現地で実施する予定であったパイロット事業については、トウモロコシの生長に関するデータの直接採取はとりやめ、2019年-2020年の統計情報(実測値)を入手し、サービスの仮説検証を行うこととした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2019年から1か月ごとの季節予測のデータとして、2019年10月、11月、12月時点の予測データを入手した。 ● 個別農家を対象とするのではなく、ハウテン州全体を対象とすることとし、実施体制、検証の規模、検証方法を決定した。
	4-2 予測の実施とヘルスチェック	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 2019年10月、11月、12月の季節予測データでトウモロコシ収量を予測し、実測値と比較検証することで、各種データとモデルによって、作物の収量を予測できることを確認した。 ● 気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)から抽出した植生指数(NDVI)の7日間平均でグラフを作成し、作物の健康状態(生長の推移)を確認した。
	4-3 サービス形態の明確化	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地の情報に基づいて、南アフリカで最適な情報の見せ方について、日本語でドラフト版を作成した。 ● 実際に予測した結果を用いてデモ用画面を作成し、サービスを提供する利用者を想定し、必要な情報の種類、提供のタイミング、サービスの提供形態などの仮説を立てた。
	4-4 サービス形態の仮説検証・最終化	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 農業関係者やパートナー候補組織にオンラインでヒアリングを行い、サービスとして一定の価値提供をし得る旨を確認し、農家や機関が自立して農業活動を実施できるようなサービスの提供形態を具体化した。 ● 一方、特に大規模農家向けには、現在のメッシュよりも細かい分析・データでなければユーザー獲得には繋がらない点を確認したことを受け、大規模農家が求めるレベルにソリューションを改善する為に必要な活動を整理した。
5. プロモーション	5-1 マーケティング・販売に係る調査と戦略策定	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 競合企業のリストアップと、具体的なサービス内容に関する調査を実施した。 ● 農家およびドナー機関、農家支援組織へのヒアリングより、農家の具体的なニーズを確認するとともに、本サービスのマーケティング戦略として、大規模農家向けには既存ソリューション提供企業や農業セクター向け銀行の absa、小規模農家向けには現地の農家支援組織 (ARC, SAGRA 等) をソリューションの提供パートナーとする必要性を確認した。
	5-2 パートナーとの連携調整	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 当初仮説の一つとして検討していた、既存ソリューション提供企業だけでなく、農業系銀行・農家支援組織も、ソリューション提供パートナーとすることが有効である旨が、現地組織へのサウンディングにより明らかになった。 ● 農家開拓に向けては、農家とパートナー組織それぞれと提携する際の具体的なインセンティブ(提携先企業にどの程度の収益機会をもたらせるか)を明示・合意する必要がある点が明らかになった。 ● 調査を通じてパートナー候補組織と良好な関係を構築した。今後は、ソリューションの精度を向上させることを前提に、各社との具体的な議論により提携可否を議論することをネクストアクションとした。
	5-3 農業関連団体等への宣伝	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● COVID-19 流行の影響により現地渡航が叶わない上、現地の展示会の開催自体が行われないリスクが大きいことか

			ら、展示会での宣伝活動は行わず、農家支援組織等を通じた農家獲得に軸を移し、同組織向けのオンラインでのデモ提示・フィードバックセッションを行った。
	5-4 農業研究機構との連携可能性調査	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● ARC が提供する各種アプリについて調査を行い、連携可能性のあるアプリ、及びその現時点の機能を特定した。 ● 現時点の機能は、RESTEC のソリューションで分析・提示される情報と被りが無いことから、現在のアプリにデータ分析結果、及びその UI も統合してサービスを提供できる可能性があることを確認した。
	5-5 顧客層へのサービス説明	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 渡航時に議論した南アフリカ農業商工会議所 (agbiz : Agricultural Business Chamber of South Africa、以下 agbiz と記す) を通じ、同組織の加盟企業の中でも事業内容に関心を持ち得る企業・組織として absa (農業系銀行) を特定。agbiz・absa の3社の面談をセッティング・実施した。 ● またアクセンチュア南アフリカオフィスを通じ、農家支援組織である SAGRA と、農家を支援する個人事業主向けに、ソリューションコンセプトについて説明する面談を行った。 ● 各説明会の中で、ソリューションの価値は認知され、関心を得ることができたが、実際に導入する上では課題を克服する必要がある旨をフィードバックとして受領した。 ● 特に、大規模農家向けにはソリューションの解像度・メッシュを、小規模農家向けには情報提供の在り方・UI に関して改善する必要がある旨を確認した。
6. 事業が創出する開発効果 /SDG s 貢献への効果検討	6-1 貢献を目指すゴールに関するビジネス対象国・地域の概況	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 文献調査・ヒアリング調査より、同国では食糧の安全保障 (飢餓など) リスクがあり、特に干ばつをはじめとした気候変動・災害の影響が近年多く発生していることから、強靱 (レジリエント) な農業実践に資する技術・サービスに対するニーズが高まっていることが判明。 ● 特に収益獲得において重要な大規模農家へのソリューション提供は、SDGs の内「飢餓・栄養」、「気候変動」の目標に沿うもので、小規模農家向けのソリューション提供についてはその上で「貧困」の目標に沿うものと結論付けた。
	6-2 開発効果指標設定と開発効果発現までのシナリオ設定	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 開発効果創出に至るシナリオ・ロジックモデルを作成の上、関連する経済・社会動向のデータを調査した。
	6-3 国際機関との連携可能性の検討	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020 年 1 月の渡航時にて、FAO、WFP、アフリカ開発のための新パートナーシップ (NEPAD : New Partnership for Africa's Development、以下「NEPAD」と記す) へ本事業およびサービス概要を説明し、関心を得ることが出来た。 ● 関連する国際機関の過去のプロジェクトや同地域でのイニシアチブを調査した上で、連携可能性を評価した。
	6-4 ベースライン調査の実施	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 6-2 で設定した開発効果指標に関連する、現地統計データを収集・整理した。特に、①単位面積当たりの収穫量、②世帯あたり所得が、ソリューションが影響を及ぼし得る事項であり、ベースラインのデータであると定義した。 ● 上記①・②に影響を与える因子として、①については収穫量・損失量が、②については肥料費・農薬費が、影響を与えるものとした。
	6-5 開発効果の検証	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 本ソリューションでリーチし得る農家の数を基に、期待される開発効果を算定する考え方を定義した。 ● ソリューションが開発効果に与える各因子の測定は文献データ等が存在しない為、今後ソリューションをブラッシュアップした上で、現地農家と協力した、ソリューション導入前後の比較・実証を行う必要があるものと結論付けた。
7. 事業計画案の策定	7-1 バリューチェーン調査	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 調達、開発、販売・マーケティングに係るステークホルダーをリストアップした。

			<ul style="list-style-type: none"> ● 各ステークホルダーのニーズ・連携形態の想定を踏まえ、本サービス提供の元になるデータ等の入手方法、利用条件、コストを明確化し、財務分析のインプットとして使用した。
	7-2 サービス提供体制（ビジネスモデル）	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● ビジネスモデルの仮説を立案し、運用コストと収益配分の想定案を作成、財務分析のインプットとして使用した。
	7-3 売上計画	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 売上計画（シナリオ・モデル）の目標を設定した。 ● 小規模農家ユーザーへの普及と売上獲得には、デジタルリテラシーの課題等から時間を要するものと考えられる為、売上の大部分は大規模農家ユーザーと金融機関ユーザーから得られるものという方針でも目標を設定した。
	7-4 要員計画、人材育成計画	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 売上計画の実現に必要な、現地での要員計画を作成した。 ● RESTEC が本格展開を行う際に、現地でパートナー企業・ユーザーを獲得する為の人員体制が必要になると結論付け、必要な人材要件を定義した。
	7-5 資金調達計画	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 外部資金の調達が必要と判断された場合に利用し得るローン商品を有する金融機関を調査した。
	7-6 事業リスク調査	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業リスクとして特に対処すべきリスク要因を特定し、リスク要因に対して取り得る対策案を作成した。
	7-7 財務分析	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 収支計画、事業キャッシュフロー、収益性分析を実施・とりまとめた。 ● 現行シミュレーション上は、4年目で単年の損益分岐点を超える売上を獲得し、7年目で累積キャッシュフローがプラスになるものと結論付けた。
	7-8 事業実施スケジュール策定	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業を実際に運営する際のタイムラインを、特に人員体制の観点からとりまとめた。
8. JICA との連携可能性の検討	8-1 連携事業の必要性検討	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● JICA 南アフリカ事務所より、現在南アフリカで実施中の事業についての情報を獲得した。 ● 上記事業との親和性、連携による波及効果について検討し、連携事業の必要性について再度 JICA 南アフリカ事務所と協議し、直近では連携し得る事業がないものと結論付けた。
	8-2 事業スキーム（資金協力、技術協力、青年海外協力隊等）検討	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● JICA 南アフリカ事務所への問い合わせにより、特に連携し得る事業の有無を確認し、直近では連携し得る事業がないものと結論付けた。
	8-3 具体的連携事業の内容検討、JICA との協議	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● JICA 南アフリカ事務所への問い合わせ・本事業の取組との連携余地に関する協議を行った。結果として、SHEP 等のスキームで JICA が支援対象とする農家セグメントと RESTEC の対象セグメントが異なる点、JICA から南アフリカへの専門家派遣が未定である点から、現時点では具体的な事業連携は予定しないとの結論に至った。
	8-4 連携事業の実実施スケジュール策定	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 現時点で JICA が支援対象とする農家は小規模園芸農家であり RESTEC が対象とするトウモロコシ農家とは異なる点、南アフリカへの JICA からの専門家派遣が未定であることを JICA 南アフリカ事務所に確認した。
	8-5 連携による効果の予測	完了	<ul style="list-style-type: none"> ● 直近では連携し得る事業がないが、今後 JICA 南アフリカ事務所、又は技協コンサルタントがトウモロコシ農家を対象とした事業を行う際には連携し得るものと結論付けた。

（2）調査結果

上記第 1 1 （4）にて記載した 6 つの調査項目に対する調査結果を以下に記す。

I 収益の出る「農業支援情報サービス」市場は存在するか

第 1 回渡航時までの調査結果より、本事業のエンドユーザーとして想定している大規模農家、小規模農家およびドナー機関である FAO、WFP、NEPAD へサービス内容について説明し、市場の存在を確

認した。その結果、「農業支援情報サービス」に対して、大きく分けて2種の顧客層が存在することがわかった。文献調査による市場調査、現地ヒアリング調査や、財務分析のシミュレーションから、本ビジネスが、大規模農家ユーザー・金融機関などの企業ユーザーから収益を獲得し得る市場が存在すると結論付けた。但し、現地農業関係者へのヒアリングから、収益のターゲットへの価値訴求・顧客獲得にあたっては、分析メッシュの向上が必須となることが分かった。

① 現時点で導入可能性の高い（高ポテンシャルな）顧客層

以下のフィードバックの様に、セグメントは現時点のデータ粒度でも価値訴求が可能であるという示唆を得た一方、収益獲得に向けたメインターゲットにはなりづらい。

ア) マクロなデータでも欲しい顧客層（小規模農家）

「南アフリカのような気候変動の影響が大きい地域において、数ヶ月先の予測データを獲得できることは営農上大変有用である。そのため、100km×100kmの粒度のマクロなデータでも（公共機関等を通して）無償で獲得できるのであれば、ぜひ利用したい。」（ヒアリング結果）

イ) マクロなデータが欲しい顧客層（WFP）

「現在全球的に食糧に係るマッピングを実施しており、ちょうど今回提供予定の粒度くらいのサービスが欲しい。」（ヒアリング結果）

② 将来的なソリューションのアップデートにより、獲得し得る顧客層

本事業内で提供予定のマクロなデータに加え、他のパラメータやさらに細かい粒度のデータへのニーズを有する。これらのセグメントは支払い能力がより高い層であることから、ビジネス上の収益獲得に向けてはこれらのセグメントが求める粒度のデータ分析が可能な状態にする必要がある。

ア) FAO：「Climate-Smart-Agricultureの一環としての組み込みたい」（ヒアリング結果）

イ) NEPAD：「今回提供する予測情報に加え、病害等の予測も含めたパッケージサービスが欲しい」（ヒアリング結果）

ウ) 大規模農家：「より細かいメッシュのデータや、登熟期間（品種）の違いによる営農管理サービスが欲しい」（ヒアリング結果）

II 現地で利用可能なサービス形態（提供先、提供形式、提供価格）を明確にできているか

調査・検討の結果、大規模農家や金融機関等の企業ユーザーを対象にした場合は、南アフリカ市場に存在する既存ソリューション（Geoterra社のものなど）に、ソリューション機能の1つとして統合して提供することが望ましいと結論付けた。

RESTECが今回の調査対象としたソリューションの内特に、気候変動予測に基づく最適な播種の時期・収量の分析機能は、現地の類似ソリューションにはないものであり、農家・企業にとって価値をもたらし得ると考えられる。但し、農家向けの情報提供・データ分析サービスを提供する企業は既に南アフリカ市場に存在し、同企業群が一定の大規模農家を顧客として獲得・囲い込みをしていることから、RESTECが単独で大規模農家にアプローチするのではなく、同企業群と提携してソリューションを統合することで、効率的にユーザーを獲得する形式をとるべきとした。

またユーザーへの提供価格については、ユーザー毎にカスタマイズして提供する現地企業の課金額が年間で15,000円程度に設定されていることを踏まえ、農家ごとのカスタマイズはしない想定でRESTECサービスにおいては、同水準よりも低価の水準である年間1万円に設定した。

小規模農家向けには、現地の農家支援組織を通じた情報提供、特に ARC が提供する小規模農家向けのアプリ内への組み込み、又は携帯電話の SMS で定期的に情報を発信する形態で、サービスを提供することが望ましいとした。その際、ユーザーアクセス回数は週に 1 度、即ち年に 50 回程度を見込み、アクセス回数ごとの課金額は、一般的なモバイルアプリの利用料（月額 200–400 円）を超えない様な支払額になる様、アクセスした日毎に 50 円を課金する価格帯に設定した。

III 本サービスの有効性（安定収量の達成）および予測精度は十分か

予測精度には 2 種類あり、1 つは予測した数値の正しさで、もう 1 つは空間分解能、つまり予測情報が提供される面積である。

予測の数値の正しさについては、2019 年 10-12 月の季節予測データを用いて、南アフリカの 2 ヶ所の範囲でトウモロコシ収量を予測し、州ごとの収穫量の統計情報と比較検証した。その結果は以下の通りである。

- 1 か所目：10 月予測 74%、12 月予測 71%
- 2 ヶ所目：10 月予測 67%、12 月予測 78%

また、空間分解能については、本サービスでは 100km x 100km の Grid ごとに情報を提供することとしており、この範囲で提供する情報は、収量予測と、ヘルスチェック用の NDVI の 2 種類がある。

このような概要について、本サービスのインターフェースとともにデモ画面を使って南アフリカの農業関係者にオンラインで説明し、フィードバックを得た。そのうち、精度に関するものは以下の通りである。

- モデルの正確性、透明性、信頼性をどの程度まで担保できるかを明示する。
- 精度向上のためには、1 シーズンの試験運用とデータ収集では十分でない可能性がある。
- 対象範囲の粒度が粗い可能性がある。農家は自身の作物の状況を見たいはずなので、広域のメッシュ情報では農家のニーズに対応できないことが懸念される。

以上から、予測精度（収量予測の数値の正しさ）については相関関係が認められ、サービスへの関心を示す農業関係者・組織も複数いたため、一定の有効性があると言える。しかし、1 シーズンの試験運用では十分でないという意見や、空間分解能が 100km の Grid では不十分という意見があり、ヒアリングを実施した範囲では、想定顧客を満足させる情報を示せなかった。これらは、大規模農家・小規模農家に共通するものであり、事業化に向けては更なる精度の向上が求められる。

IV サービスを構築するための現地ソリューション提供パートナーとの連携体制はできているか

南アフリカにおいては、すでにデジタル技術を活用し、農業支援サービスを提供している企業（以降、既存ソリューション提供企業）が複数存在しており、大規模農家向けにビジネス展開を進めていることが判明した。

これを踏まえ、先に記載の通り、RESTEC が単独で大規模農家にアプローチするのではなく、同企業群と提携してソリューションを統合することで、効率的にユーザーを獲得するアプローチをとる方針とした。本調査で大規模農家向けのサービス提供に関する連携可能性を候補企業と議論した結果、デ

ータとその分析粒度・解像度を上げなければ大規模農家向けの価値訴求に繋がらないことから、本調査期間中の提携には至らず、まずはソリューションの空間分解能と予測精度を高めることがネクストアクションとして結論付けた。

小規模農家向けのアプローチについては、民間から農業支援サービスを提供している例は見当たらず、南アフリカ共和国農林水産省（DAFF：Department of Agriculture, Forestry and Fisheries、以下「DAFF」と記す）や ARC 等の中央政府機関、または各州政府の農業局からの農業支援関連公的サービスが一般的にアクセスできる農業支援サービスとなっている。ただし、公的サービスについても、小規模農家が公表データや資料を独力で読み解き、営農への展開をできるレベルまで落とし込まれていないため、各公的機関は農業普及員制度（Agricultural Adviser, Extension Officer）を設け、農家への指導を実施している。ハウテン州農業農村開発局（GDARD：Gauteng Department of Agriculture and Rural Development、以下「GDARD」と記す）からのヒアリング結果から、各州の農業普及員は現場での機材の操作方法の教示等の直接的な農家への指導、支援を実施するのに対し、中央政府である DAFF 直下の農業普及員は農業活動の管理、研究機関である ARC の農業普及員は特に新たな農機具やデジタルを活用したスマート農業等の新規技術の導入など技術面での指導を担当しているとのことであった。特に GDARD では ARC の農業普及員と良好な関係性を築いており、月 1 回程度の定期的なサポートを受けているとのことであった。

また、ARC においては、オランダの HydroLogic 社と共同で R4A(Rain for Africa)という降水予測データを獲得できるアプリをリリースしており、本アプリを利用した農業支援サービスを農家へ展開している。

このことより、本事業でのエンドユーザーとして小規模農家を対象とした場合、対象農家に正しく効果的に「農業支援情報サービス」を利用してもらうためには、将来的なビジネスを考えた際、農業普及員をソリューション提供パートナーとして密に連携することが肝要であると結論付けた。本調査期間内では、COVID-19 流行により、現地渡航、及び現地農家と協力した予測精度の実地検証ができなかった為、ARC 等との連携体制構築には至らなかった。今後、小規模農家向けのサービス提供を検討する上では、ARC と協力した実地検証の企画・実施が必要となる。

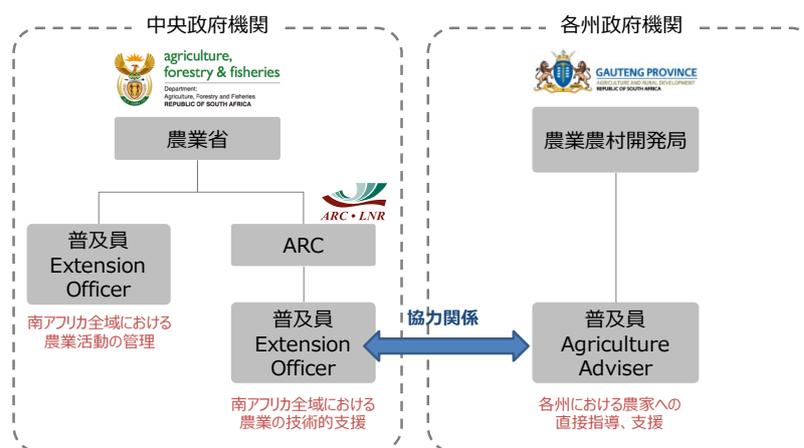


図 5 各公的機関の農業普及員の関係性

V 本事業によって創出される開発効果（KPI、目標値）は明確か

文献調査・ヒアリング調査より、RESTEC のソリューションは、SDGs の内「飢餓・栄養」、「気候変動」、（小規模農家の）「貧困」の目標に沿うものと結論付けた。これらの開発目標に資する事項と

して、①単位面積当たりの収穫量、②世帯あたり所得が、ソリューションが影響を及ぼし得る効果であり、ベースラインのデータであると定義した

上記①・②に影響を与える因子として、以下記載の通り、①については収穫量・損失量が、②については肥料費・農薬費が、RESTEC ソリューションにより改善を見込めるものとした。

A) 収穫量の増加

適切なタイミングで播種や施肥が行われることにより、単位当たり面積の収量を増加させることが可能となる。

B) 損失量の減少

適切なタイミングで収穫ができるようになり、収量ロスが減少する。

C) 肥料費の減少

適切なタイミングで施肥が行われることにより、肥料の使用量・回数が減少し、肥料代が減少する。

D) 農薬費の減少

適切なタイミングで農薬散布が行われることにより、農薬の使用量・回数が減少し、農薬代が減少する。

但し先述の通り、COVID-19 流行の影響で、現地調査・ソリューションの検証ができず、またこれらの詳細な統計データも存在しないことから、具体的な目標値の設定には至っていない。この状況から、具体的な開発目標数値を定める為のネクストアクションとしては、COVID-19 流行の収束後に、現地調査によるベースライン情報の収集と、ソリューション導入による効果検証を行う必要があるものとした。

VI 継続的な開発効果の創出のために展開可能な派生事業の内容、および実現のためのアクションプランは明確か

RESTEC の持つ技術力を生かし、上記 V で設定した開発効果 A~D の一部あるいは全てを満たすことができる派生事業を実現することが可能か検討を行った。

① 他作物への展開

本サービスはトウモロコシを対象作物としているが、農業関係者からは他作物への展開について質問を受けている。他作物の収量モデルを開発し、地上データで検証することができれば、トウモロコシ以外の品種へサービスを展開できる可能性がある。開発効果 A~D をどの程度満たすかは、当該作物が、播種のタイミングの違いによってどの程度生長に差が生じるのか、施肥の量を調節して栽培しているのか、といった条件によって異なる。

② 他国への展開

本サービスは南アフリカを対象としているが、他国にも展開できるかという質問も受けている。本サービスでは南アフリカの気象や栽培の条件に合わせてモデルを構築しているが、別の国であっても、その土地で地上データを取得・検証することができれば、同様にサービスを展開することができる。開発効果 A~D の観点でも、元々のサービスと同様の効果となる。

③ 国際機関への展開

FAO、WFP、NEPAD といった国際機関が本サービス内容について興味を示している。ヒアリングを実施した際は初めての対面であったため、詳細な調査・検討には至っていないが、広域を把握する必要のある国際機関のニーズにマッチする可能性がある。ただし、開発効果 A~D を直接満

たすものではなく、間接的な効果が期待される取組となろう。例えばBの損失量の減少を防ぐものではないが、収量が減少した場合に国際機関が速やかに援助するために有効な情報となる可能性がある。

上記のうち①と②のアクションプランについては以下の通りである。なお、③については、開発効果A～Dを直接満たすものではなく、本サービスの派生ではなく全く異なる事業になる可能性があるため、アクションプランの策定からは除外した。

- 本サービスの事業化と実績作り
- 対象作物（対象国）の絞り込み
- 当該作物（当該国）の収量予測モデルに知見のある現地パートナーの調査・選定
- 当該作物（当該国）の栽培や地上データの取得が可能なパートナーの調査・選定
- ソリューション提供パートナーや既存の情報提供プラットフォームの調査・選定
- 当該作物（当該国）に合わせたモデルの構築
- 過去データや現地データを用いた予測結果の検証とモデルのチューニング
- 販売体制の構築（パートナーとの協定締結や知財の整理）
- 事業計画の策定

(3) 事業化可否

現状の予測精度（特に空間分解能）では本サービスの事業化は困難であると判断した。

(4) 事業化可否の判断根拠・検証結果

事業化判断の項目として、本調査における達成目標、指標、及びその結果を以下に示す。

目標	指標	結果
目標1: 提案技術により収量拡大効果が見込まれる	提案技術による予測結果と単位面積当たりの収穫量の相関関係	達成
目標2: 提案技術の収量拡大効果が正しく理解される	提案技術の効果を理解し、有償でも活用すると判断した組織や農家数（アンケートやヒアリングを実施）	未達成
目標3: 提案技術を活用したビジネスモデルが現地で確立される	共同事業契約(MOU)及び販売代理店契約(MOU)締結数	未達成

それぞれの根拠や要因は以下の通りである。

目標1：提案技術により収量拡大効果が見込まれる（達成）

2019年10-12月の季節予測データを用いて、南アフリカの2ヶ所の範囲でトウモロコシ収量を予測し、州ごとの収穫量の統計情報と比較検証した。その結果は以下の通りである。

- 1か所目：10月予測74%、12月予測71%
- 2ヶ所目：10月予測67%、12月予測78%

70%前後という数値は高いとは言えないが、一定の相関関係が認められた。

目標2：提案技術の収量拡大効果が正しく理解される（未達成）

ヒアリングを通じて本サービスへの関心を示してくれた農業関係者・組織は4件であった。しかし、

有償で使うとの判断を下した農家数は0件である。

要因は予測精度の問題である。予測精度には2種類あり、1つは予測した数値の正しさと、今回の結果は70%前後であった。もう1つは空間分解能、つまり予測情報が提供される面積であり、本サービスでは100km x 100kmのGridごとに情報を提供する。問題となったのは後者の空間分解能であり、100km x 100km単位の予測情報では農業関係者の理解が得られなかった。

目標3提案技術を活用したビジネスモデルが現地で確立される（未達成）

ビジネスモデルを作成し（図6）、現地のパートナー候補を洗い出している。しかし、これらパートナー候補とMOUの締結件数は0件である。

要因は、上記の目標2が未達成だったためである。顧客が満足する精度（空間分解能）を満たしていない状況で、事業化が難しいと判断したため、MOU締結については協議していない。

従って、当初設定していた判断指標からは、現段階での事業化は難しいと評価したが、今後も検討は継続する。

（5）事業化を目指すビジネスモデル

今回の調査を通じて最終化したビジネスモデルを図6に示す。調査開始当初と大きな変更はないが、販売・マーケティングについては、農業支援情報サービスとして、日本側で開発・運営する分析モデルを、南アフリカ現地でソリューション提供パートナー向けに営業・マーケティングする機能として、現地の法人を設立することを想定に加えた。

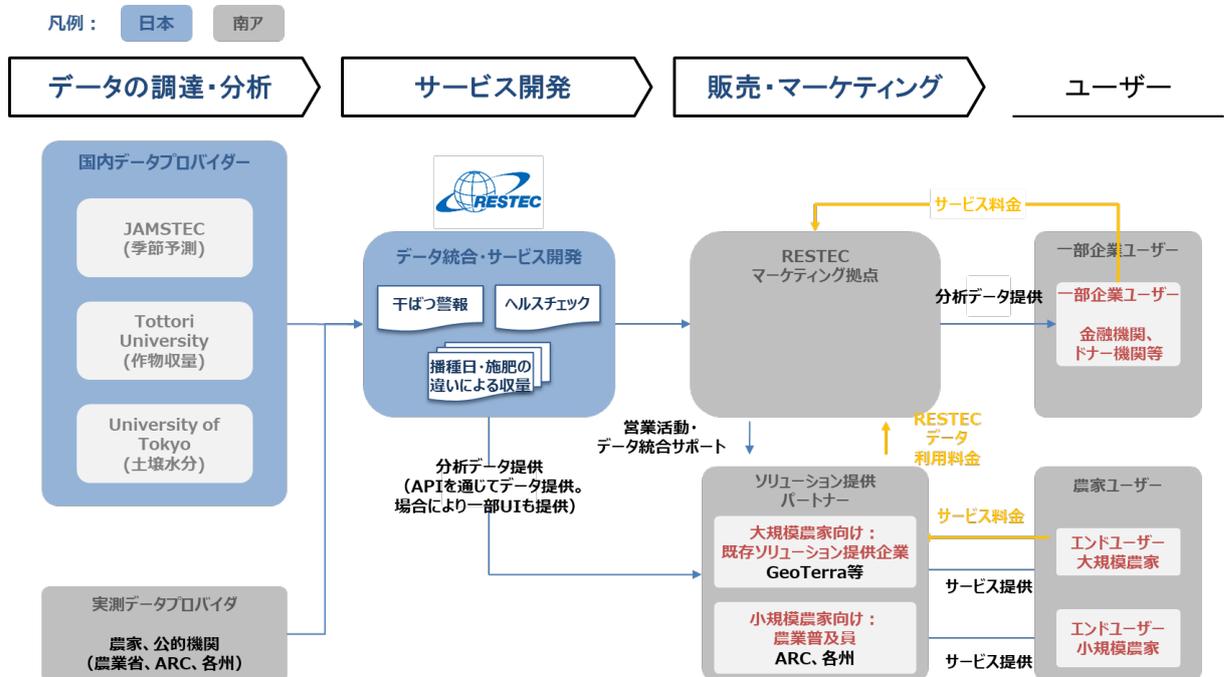


図6 ビジネスモデル

（6）残課題と今後の対応策

残課題と今後の対応策を（表3）の通りまとめる。

表 3 残課題と今後の対応策

項目	残課題	対応策	対応時期
精度	予測精度（空間分解能）の向上	季節予測情報を抽出する JAMSTEC の気候予測モデルの改良	感染症危険レベル引き下げ後（注）
	予測精度（数値の正しさ）の向上	現地調査による情報収集、モデルのチューニング、導入による効果検証	感染症危険レベル引き下げ後（注）
提供方法	本サービスを統合可能な既存アプリとの連携	アプリ統合に関する調整（知的財産の取り扱い等を含む）	予測精度の向上後
	パートナー候補機関との提携（MOU 締結）	予測精度を向上させた上でパートナー候補機関と協議する。	予測精度の向上後
	現地の農業普及員（Extension Officer）との協力関係構築	（パートナー候補機関との協議を含む）	予測精度の向上後

注）2022 年 4 月現在、外務省の感染症危険情報は、南アフリカをレベル 3（渡航中止勧告）に設定されているが、RESTEC はレベル 3 以上に該当する国および地域への職員の出張を原則禁止している。予測精度向上のためには現地調査が必要不可欠であるため、この対応策を実施するためには感染症危険情報がレベル 2 以下に引き下げられる必要がある。

（7）事業化までの計画

上記「（3）事業化可否」で設定した 3 つの指標を満たす必要があり、そのためには表 3 の残課題を克服する必要がある。特に大きな課題は精度（空間分解能）に関するものであり、JAMSTEC の気候予測モデルが改良される必要がある。これには研究開発要素が含まれるため、SATREPS などの枠組みに申請し、ファンドを獲得する必要がある。過去に同じテーマ・国で応募した際は、5 年で約 5 億円の規模で提案しており、同様の規模が必要になる。順調にファンドを獲得した場合、気候予測モデルが改良されるので、そのモデルから計算される季節予測情報に合わせて収量予測モデルを改良する。そして現地調査を行って収量予測の精度（数値の正しさ）を向上する。その後、新しい予測情報を提示しつつ、現地のパートナー候補との連携を調整する。

上記を整理した事業化までのスケジュールを図 7 に示す。

残課題	FY2022	FY2023	FY2024	FY2025	FY2026
予測精度（空間分解能）の向上	調整	審査	プロジェクト実施	途中経過を共有	
予測精度（数値の正しさ）の向上		情報収集・調整（@日本）		新しい分解能で予測検証（@南ア）	
統合可能な既存アプリとの連携					検証結果を踏まえ調整
パートナー候補機関との提携					検証結果を踏まえ調整
農業普及員との協力関係構築					検証結果を踏まえ調整

図 7 事業化までのスケジュール

第2 調査結果詳細

1. 市場環境調査

(1) 国内市場概況(市場規模、市場特性、ニーズ、競合他社)

文献調査、および現地農家・公的機関・想定競合他社へのヒアリングを通して、南アフリカ国内における農業支援サービスの市場動向、ニーズ、競合他社の現状に関する基礎調査を実施した。

市場規模

今回の調査対象とする ICT 農業支援サービスは、①政府等公的機関を通じた農家への普及展開と、②農業セクターに関りを持つ金融機関への普及展開 の 2 パターンを想定している。この点を踏まえ、政府機関にアプローチした場合の市場規模と、金融機関（銀行・保険会社）にアプローチした場合のそれぞれで、既存文献を用いて、リモートセンシングに市場規模を調査した。ここで取り扱う市場規模は、農業セクターにおけるリモートセンシングサービスの市場規模を、ユーザー区分別に調査している。

まず①については、現時点では 4.4 億ランド相当の市場規模が、②については、銀行では 53 億ランド、保険会社向けには 2.7 億ランド相当の市場規模が存在する。



図 8 政府等公共セクターを通じた、農業向けリモートセンシングサービスの市場規模¹

銀行セクター向け市場規模



¹ Finance in a Digital Africa (2018)

図 9 銀行ユーザー向けの農業リモートセンシングサービスの市場規模²

保険セクター向け市場規模



図 10 保険ユーザー向けの農業リモートセンシングサービスの市場規模³

また市場規模に加えて、国内でターゲットにしうる潜在ユーザーの数という点では、トウモロコシの大規模農家は約 9,000 世帯、小規模農家は約 100 万世帯存在する⁴。

市場特性

市場調査を通じて、大規模農家・小規模農家のそれぞれが持つ背景、ステークホルダー内のコミュニケーション構造に差異があることが明らかになった。以下に、大・小規模農家それぞれの組織構造を示す。

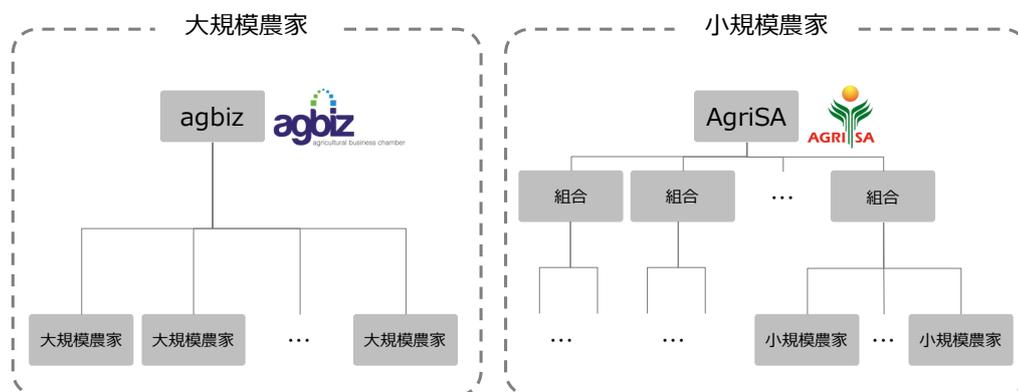


図 11 南アフリカにおける農家の組織構造

- ① 大規模農家（主に白人系の人種が経営するケースが多い）
各大規模農家は主に agbiz に所属し、新規技術の説明セミナーやビジネスマッチング等、定期的な情報交換を実施。
- ② 小規模農家（主にアパルトヘイト後に土地を分配されたアフリカンによって経営）
各小規模農家は主に南アフリカ農業産業協会（Agri SA : Agri South Africa、以下 Agri SA と記す）に所属し、農作物別ごとに組合を成している。Agri SA は南アフリカ政府の組織であり、70,000 戸以上の農家から成り立つ。会員農家は定期的に会合を開き、各重点分野について意見交換を実施

² Finance in a Digital Africa (2018)

³ Finance in a Digital Africa (2018)

⁴ Inter-American Development Bank (2015)

する。また、必要に応じて Agri SA から南アフリカ政府に要請を出すことも可能である。

市場ニーズ

農家および後述の競合他社調査を通じ、南アフリカ国内においては、農業支援サービスを提供する企業が数十社程度存在することが判明した。また、近年デジタル技術を用いた農業支援サービスを提供するスタートアップ企業が増えてきていることが判明した。その中でも、その内、本事業がターゲットとしているトウモロコシを対象としたサービスは数社の大企業のみが提供しており、特定の高付加価値野菜・果物（パプリカ、ブドウ等）を対象としたサービスを展開する小規模のスタートアップ企業が大部分を占めていることが判明した。

本事業が対象とするソリューションは、スマート農業(Smart Agriculture)、特に「精密農業(Precision Agriculture)」、「衛星農業(Satellite Agriculture)」または「個別圃場・作物管理(Site-specific Crop Management)」とも呼ばれる分野に属するものである。本分野は、衛星、(遠隔操縦航空機システムを含む) ドローン、および GPS などのセンサー技術を農業に用いることで圃場および農作物の状態をモニタリングし、各圃場や農作物に合わせた水・肥料・農薬などのきめ細かな制御をすることで、農作物の収量および品質の向上、農業計画の立案を可能にする。図 12 に、スマート農業実現に寄与する事が期待されている最新技術の種類を示す。

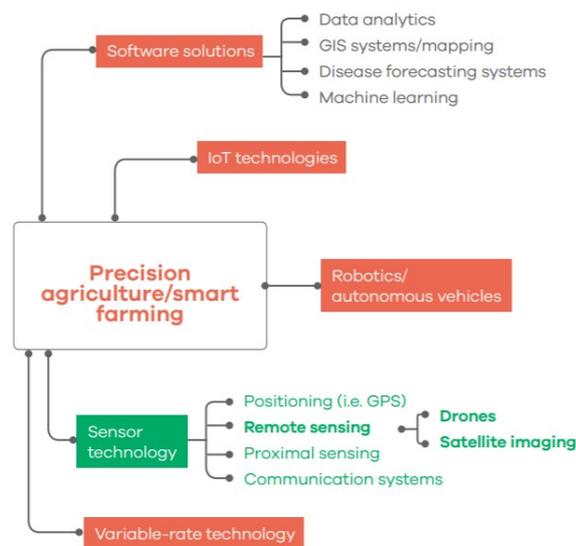


図 12 スマート農業を実現するための最新技術⁵

大規模農家 20 件、小規模農家 15 件に対してヒアリングを行い、トウモロコシを対象とした「農業支援情報サービス」に対するニーズが確認できたとともに、両者間で具体的なニーズが異なることが判明した。大規模農家、小規模農家の業界団体である agbiz、Agri SA を通じて Web 会議を開催し、匿名での意見の抽出を行った。

大規模農家では、サービスの購買力（支払能力）が高いこと、既存の国内ソリューションは粗いものでも 50 メートルメッシュの精度で分析結果を提供していることから、最低でもこれよりも細かいメッシュでの予測モデルが必要という旨を確認した。

またヒアリングを行った農家は、農業支援のデータ分析・提供サービスが存在する事は認知しており、

⁵ GreenCape (2019)

既存ソリューションの価格帯について農家が認識している情報を確認したところ、カスタマイズを全く行わないシンプルなもので月額 500 円程度、顧客ごとにカスタマイズをするソリューションであれば月額 1,000 円超、年間で 15,000 円程度の価格を徴収しているということであった。この価格帯に関する情報に鑑みるに、RESTEC のソリューションについては既存のものがカバーしていないデータ項目を、年間 15,000 円よりも安い価格で提供することが求められると考える。

農家向けのサービス展開において障害になり得る要素についても文献調査・ヒアリングで確認した。まず事前の文献調査では、南アフリカにおいてリモートセンシング技術を活用したビジネスを展開する際、南アフリカ特有の状況も踏まえた以下事項に留意する必要がある⁶ ことを確認していた。

ア) エンドユーザーのレベルにあったユーザビリティへのカスタマイズ

南アフリカにおけるエンドユーザーとなる農家のデジタル技術・営農知識にはばらつきが大きい
ため、各エンドユーザーにあったユーザビリティを見極め、カスタマイズする必要がある。

イ) エンドユーザーによるサービス有用性に対する理解の獲得

南アフリカにおけるエンドユーザーとなる農家のうち、特に小規模農家の営農は経験によって実施していることが多いため、新規技術の導入によるメリット等に対して理解を深めてもらう必要がある。具体的には、普及員を通じたサービスの説明や、普及セミナーへの参加等が有用である
と考えられる。

その後 2021 年 8 月に、現地の大規模農家を中心に、融資を通じて支援する立場にある現地銀行の
absa 社、小規模農家を中心に支援する団体の SAGRA、個人で農家を支援している自営業者とのオン
ライン面談にて協業可能性や現地のデジタルソリューション普及動向をヒアリングした際、「デジタル
データを用いた農家の運営支援ソリューションが過去に市場参入したことはあった。しかし大規模
農家においてもデジタル技術・サービスに触れる機会が無く、パソコンの前に座ることが殆どない中
年層が大勢を占める。その為、シンプルなインターフェース・データ提示が出来なかったソリュー
ションは、未だ普及できていない」という声が挙がった。

この点から、上記のア)・イ) に係わる農家のデジタルリテラシーは依然課題として存在し、それを
克服する為には、いかにシンプルで使いやすいインターフェース・データ提示が可能になるか、とい
う点が市場参入・ユーザー獲得においては極めて重要であるものと考えられる。

また、具体的なアクション・レコメンデーションとして情報を農家に提供する事が、ユーザーが効果
を実感する上では重要であるとの意見が挙げられた。特に小規模農家については簡易なメッセージの
みで伝えられる程度の情報量に絞り込むことが必要である為、SMS 等の情報伝達手段を組み込むこ
とが有望であるという意見も挙がった。

競合他社

本事業で RESTEC が展開予定の「農業支援情報サービス」はリモートセンシング技術(Remote Sensing)
とデータ分析等を組み合わせたビジネスといえる。

南アフリカにおいてリモートセンシングを活用した農業支援サービスを提供する企業のほとんどは、
ソフトウェアの開発者や農学者等の学際的なチームで運営され、データ分析を通じて農家にオーダー
メイドのサービスを提供している。ドローン等のリモートセンシング機器自体は南アフリカでは比較
的成熟しており、競合企業は一般的にリモートセンシング機器を保有する企業から機器を契約ベース

⁶ GreenCape (2019)をもとに調査団作成

利用している。加えて、ドローン等を商用で使用する場合、操縦者は飛行操縦認可(Remote Operator Certificate(ROC 11))ライセンスを取得、登録する必要があるが、そのプロセスには時間と費用が膨大にかかるため、既に登録済の操縦者とも契約するケースが多い。例えば、航空データ分析をもとに農業支援サービスを提供するスタートアップ企業である Aerobotics 社では、ROC 11 を保有する操縦者を自社で雇用して画像データを取得し、自社内ソフトウェアを通じて取得画像データを分析しサービスを提供している。

一般的に、リモートセンシングを活用した農業支援サービスにおいて、ドローンを使用する場合は 40 ha 以上、衛星技術を使用する場合は 50 ha 以上の規模でのサービス提供を行った場合、サービスによる収入がコストを上回り、利益が出るといわれている⁷。その背景もあり、ドローンを使用する既存ソリューションは基本的には大規模農家のみを対象としている。

調査により、リモートセンシング技術を活用した農業支援サービスを提供する競合企業となりうる企業としては、Aerobotics 社、AeroVision 社、Agri-Sense 社、DRONESIX 社、FarmPin 社、FruitLook 社、Terracam 社等が挙げられる。Aerobotics 社はドローンのみのデータの利用から事業を開始したが、近年衛星画像を組み込んだサービスを提供し始めている。一方、FarmPin 社は同じくドローンのみのデータの利用から事業を開始したが、衛星技術の使用コストの低下に加え、より高い解像度や熱バンドなどの能力向上により、現在は衛星画像のみを利用し、事業を進めている。

競合他社 15 社へのヒアリングの結果、ほとんどの企業において衛星データを用いた気象予測や、ドローン等によるリモートセンシング技術を用いた農作物の育成状況の把握による育成サポートサービスを展開していることが判明した

(2) 農村インフラ

本事業ビジネスモデルの構築にあたり、営農に必要な電力インフラや水インフラに加え、本事業で提供予定の衛星データ等を活用したサービスを享受するための通信インフラの現状について、文献調査および現地大学や公共機関の有識者等へのヒアリングによる調査を実施した。

① 南アフリカにおける社会インフラの概要および計画

南アフリカは、サハラ以南の地域で最も先進的な輸送インフラを有しており、グローバル競争力指数で 45 位に位置付けられている⁸。また、GDP の 6.2% を道路、橋、ダム、電気、パイプラインなどの公共部門への支出に充てており、直近 25 年間で最高レベルである⁹。現在進行中のインフラに係るプロジェクトとしては、2018 年から 10 年間で 6 つのダムの建設または拡張、道路と港の更新、新しい物流ハブの建設等があげられ、農業および農産物加工に係るバリューチェーンに関わる産業の成長の加速が期待される¹⁰。

② 各種インフラの整備状況

ア) 電力インフラ

南アフリカの電力インフラは老朽化しており、長年にわたって十分にメンテナンスがされなかったため、国内の電力供給に課題が生じている。南アフリカでは過去 5 年間、の電力供給が十分に

⁷ GreenCape (2019)

⁸ WEF (2019)

⁹ Vision 2030 (2018)

¹⁰ Vision 2030 (2018)

行われず、WEF の発表するインフラランキング（道路、鉄道、港、航空、電力供給の品質）では 60 位（2014）から 69 位（2019）に降格した¹¹。電力供給が不安定であることは国内の GDP 成長を阻害し、結果として公的機関および民間企業におけるインフラへの投資が減少した。その結果、2007 年-2017 年における電気料金の上昇率¹²はインフレ率を大きく上回り、その上昇率は 356%であった。このことは農業分野にも大きく影響を与えており、営農に係る電気料金も約 20%増加した。

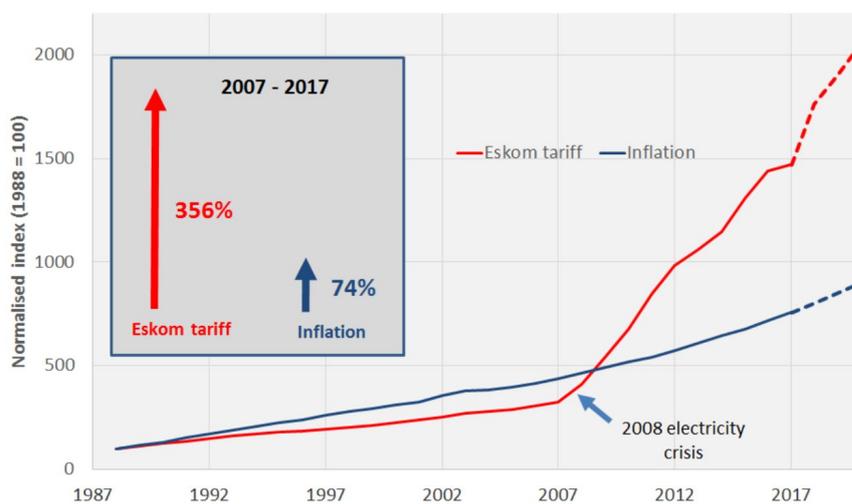


図 13 電気料金と国内インフレの推移¹³

国営の電力会社である Eskom 社の経営状況悪化と同社の非効率な運営による電力不足・停電が発生している状況を受け、2019 年の施政方針演説では発電・送電・配電の分離が言及された¹⁴。その後政府は独立発電事業者の参入を奨励し、2021 年には公共調達で民間企業からの電力調達により電力不足に対応する動きを見せている¹⁵。国営電力会社への変革の圧力と民間企業による電力セクターへの新規参入奨励の動きから、中期的には電力価格の適正化・供給の安定化が実現される可能性が出てきていると考えられる。

イ) 水インフラ

南アフリカは世界で最も乾燥した国の 30 番目に位置付けられている半乾燥国であり、水資源が農業開発の主要な制約となっている。加えて、灌漑インフラが十分に整っていないため、農家の 90% 以上が灌漑を降雨のみに依存しており、そのほとんどは小規模農家であると推測される。そのため、干ばつに対しては非常に脆弱であるという特徴がある。

また干ばつだけでなく、近年は気候変動による局所的な集中豪雨が発生することもある。その際、従来乾燥している同国のインフラでは豪雨に対応できず、結果として農家を含めた多くの市民が洪水の甚大な被害にあうケースも発生している。例として 2021 年 1 月の豪雨により、本調査対象であるフリーステート州等で、トウモロコシ農家の作物・農機が洪水被害にあったケースが確認

¹¹ WEF (2019)

¹² 南アフリカ最大の Eskom 社における電気料金

¹³ 世界銀行および Statistics SA (2018) をもとに調査団にて作成

¹⁴ JETRO 短信 (2019)

¹⁵ JETRO 短信 (2021)

されている。

また本調査で現地農家にヒアリングを行った際、干ばつに加えて上記の豪雨・洪水被害が発生したことに起因し、異常気象の予測・気候変動対策へのニーズが農家の間で顕在化していることを聴取した。このことから、インフラ強化による対応だけでなく、各農家が異常気象・気候変動に対策する為のソリューションニーズの高まりが今後も期待できると考えられる。

ウ) 通信インフラ

2021 年に UNCTAD が発表した、各国の先端技術導入に向けた基盤整備の状況の評価する「Technology and Innovation Report」において、南アフリカは 54 位と評価されている¹⁶。これは全世界の中でも中-上位かつ、アフリカ地域内では最高順位の評価であることから、アフリカ地域内では IT を含めた先端技術導入を進めやすい素地が整っているものと推察される。その上で、より具体的に通信インフラの整備・普及状況を確認する為に、通信デバイスの普及率と、ネットワークのカバー範囲・アクセス状況について以下に述べる。

南アフリカにおける各通信デバイスの普及率を見てみると、携帯電話においては 2013 年の 53.7% から 2016 年には 68% に向上し、2018 年時点でスマートフォン普及率は 81.7% と急激に普及していることがわかる¹⁷。ただし、本普及率はスマートフォン総普及台数を総人口で除して算出しており、複数のスマートフォンを所有する層が一定数存在することを考えると、国民の半数程度は依然としてフィーチャーフォンを利用している。一方で、南アフリカの Wi-Fi の普及率は、世界平均の 57% に比べて、54% と低い。つまり、携帯電話の普及率は Wi-Fi 普及率よりもはるかに大きく、インターネットユーザーの大半 (63.8%) がモバイルデバイスの通信を介してインターネットにアクセスしている。南アフリカのデータ通信料は他国と比較して非常に高価なため¹⁸、データ取得に高いコストを支払っている状況である¹⁹。

次にインターネットのカバー率については、南アフリカ国内でも地域によって異なり、3G 回線の国民人口に対するカバー率は 99.5% と安定しており、4G / LTE の国民人口に対するカバー率は 2017 年の 76.7% から 2018 年には 85.7% に増加している²⁰。大都市圏では高速データ通信が安定しているが、郊外や遠隔地では低速で利用可能地域もまばらとなる傾向にある²¹。

¹⁶ UNCTAD (2021)

¹⁷ ITWeb (2019)

¹⁸ 南アフリカのデータ価格は非常に高く、世界 230 か国中 143 位 (2019/7/22)。

¹⁹ Cape Business News (2019)

²⁰ ITWeb (2019)

²¹ ITWeb (2019)

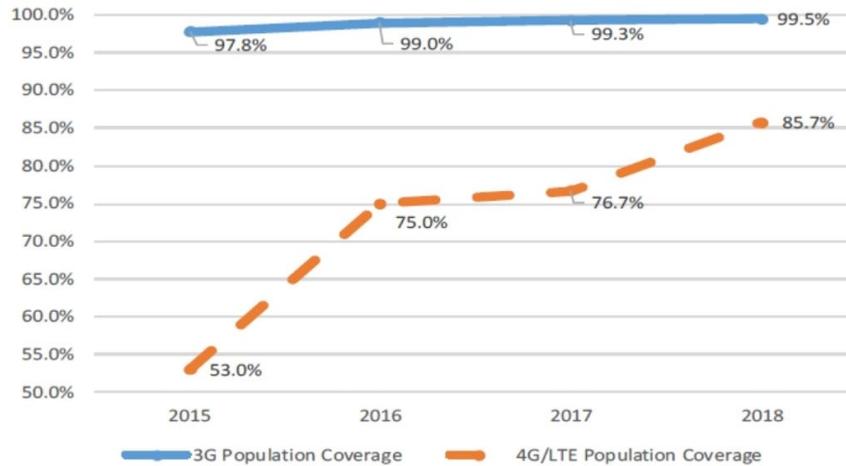


図 14 3G および 4G/LTE のカバー率²²

2021年に発表された研究結果によると、2018年時点でインターネットにアクセスできる農家の割合が25-50%に達する行政区画が一部存在する一方、大半の行政区画ではインターネットにアクセス可能な農家世帯割合が10%を切っている様である²³。つまり、すべての農家が十分にデータにアクセスできない可能性が高く（通信回線のカバー率が低いのか、それを使う機器をもっていないのか、詳細は不明）、本事業においてはデータへのアクセスおよび「農業支援情報サービス」の利活用をサポートする農業普及員のような仲介役が必要になる可能性が高い。

²² ITWeb (2019)

²³ Mehrabi, Z., McDowell, M.J., Ricciardi, V. et al., 「The global divide in data-driven farming」. Nature Sustainability (2021)

2. 現地の投資・ビジネス環境調査

本事業を取り巻く国内市場について、政治・経済状況、法制度、および事業展開に係る規制の存在有無について、文献調査および公的機関へのヒアリング調査により明らかにした。現時点で想定しているビジネスモデル・サービス内容に関する投資関連法規、許認可及び規制は存在しない見通しである。

(1) 提案事業に関連する経済・社会情勢の状況

① 南アフリカの政治状況

ア) 概況

2022年1月現在、南アフリカは民主的に選出された大統領が統治する民主国家である。与党であるアフリカ民族会議（ANC：African National Congress、以下「ANC」と記す）は、同国初の民主的選挙の後、1994年に政権を獲得した。ANCは非白人の自由獲得を目指し、アパルトヘイトを実施していた政府の下で27年間刑務所に服役したNelson Mandelaによって率いられた。1994年の選挙は、同国において非白人が初めて投票を許可された選挙であり、同国がより経済的、社会的包摂的(Social Inclusion)な国に向けて移行するため、人種分離政策の下での生活からダイナミックな移行を行った最初の選挙として同国に大きな変化をもたらした。現職であるCyril Ramaphosa大統領は、民主的選挙後5番目の大統領として選出された。

大統領府は、大統領、副大統領、大統領府パフォーマンス・モニタリング大臣、大統領府パフォーマンス・モニタリング副大臣、および大統領府女性・青年担当大臣の5人の政治家で構成されており²⁴、内閣府と法務・行政サービスによる運営サポートの下、国政を進めている。内閣は2018年まで36名の大臣により構成されていたが、Cyril Ramaphosa大統領政権のもと、28名に減らし、再構築されている。

同大統領はthe State of the Nation Address (SONA: 施政方針演説)において、農業が経済の中で最も成長の見込める分野の一つであると強調し、同発言を議会が賛同・歓迎する声明が出された²⁵。また同氏は2021年の演説において、一部大規模農家による農地占有が経済格差の是正を阻んでいる状況に対し、同国農業セクターの土地改革への取組の必要性を言及した。

イ) 経済政策

2000年代からの原油価格の上昇と、それに引き上げられたその他の資源の価格上昇による資源ブームを背景に、2000年代に入って高成長を遂げたアフリカ諸国の例にもれず、南アフリカも着実な経済成長を遂げてきた（「アフリカブーム」）。その流れの中、2009年に着任したJacob Zuma大統領はそれまでの大統領が重視してきた米英など欧米諸国との関係を深める新自由主義的な規制緩和路線から、中国と接近することで国家によって主導される中国式の市場経済への転換を進め、さらなる経済成長を達成した。さらに、2008年のリーマンショックをきっかけに米国が導入したゼロ金利政策により、多くの投資家や企業の関心は景気が低迷する先進国より新興国に向かい、南アフリカをはじめとするアフリカ諸国にも大量のドルが流入し、結果として国の景気向上の一助となった。

しかしながら、経済成長の一方で南アフリカ国内では所得格差が拡大し、2011年段階でジニ係数

²⁴ South Africa Today (2019)

²⁵ Parliament of South Africa (2020)

²⁶が 63.4 まで上昇した。これは米国 (41.0、2011 年) や中国 (42.2、2012 年) を大きく上回り、地主制が残っているために格差の大きさでは世界屈指のラテンアメリカのブラジル (53.1、2011 年) やチリ (47.6、2011 年) をも凌ぐ世界最高水準となった。

そこで、さらなる社会経済発展と所得格差等の解消のため、2012 年、Jacob Zuma 政権は長期的な戦略的ビジョンを盛り込んだ国家開発計画 (NDP : National Development Plan、以下「NDP」と記す) を発表した。NDP は経済成長の後押し・雇用創出を目的としており、貧困撲滅と不平等解消を目標とした 2030 年までに達成すべき 13 分野の行動計画が示されている。

NDP の 13 分野に共通する重点領域は以下の 9 つである。

- 1 エネルギーの課題解決
- 2 農業および農産物加工に係るバリューチェーンの活性化
- 3 鉱業におけるさらなる利益および付加価値の創出
- 4 より効果的な産業政策行動計画(IPAP)の実施
- 5 民間部門における投資の奨励
- 6 職場の紛争緩和
- 7 中小企業、協同組合、町、農村の競争力強化
- 8 国有企業の役割の強化、ICT インフラ・水・衛生・交通インフラの広域展開
- 9 “Operation Phakisa” : 海洋経済やその他の分野の成長

しかしながら、2014 年の石油輸出国機構 (OPEC : Organization of the Petroleum Exporting Countries、以下「OPEC」と記す) の決定を契機に、原油価格の急速な下落、連動してその他の資源価格の落ち込みにより、金・プラチナ・ダイヤモンドなどの大輸出国である南アフリカはとりわけその影響を大きく受けた。さらに、米国が自国内経済の回復によりゼロ金利政策を終了、金利引き上げを実施した結果、世界中から米国に向けてドルが逆流しこれまでの新興国の経済成長にブレーキをかけた。その結果、南アフリカでは 2010 年に 7.5%であった GDP 成長率は 2016 年には 0.3%にまで落ち込んだ。

このような南アフリカの経済成長に悪影響を及ぼす世界的な景気後退もあって、南アフリカ国内ではほぼすべての金融指標が劇的に低下し、経済成長が急激に鈍化、さらには格付け機関である S&P Global Ratings and Fitch が南アフリカの信用格付けを投資適格 (Junk Status) 未満に引き下げた。その結果、Jacob Zuma 大統領に対する国民の生活苦への不満等が蓄積され、さらに同大統領の汚職等の問題も重なったことで、2018 年に辞職に追い込まれた。その後、現職の Cyril Ramaphosa 大統領に政権が代わったが、2020 年現在も失業、通貨、政府債務、財政赤字等で苦しんでいる ²⁷。

② 南アフリカの経済状況

ア) 概要

国内の GDP 成長率は 2017 年の 1.3%から 2018 年には 0.7% (推定) に低下した。一方で世界銀行の今後の予測では経済成長に改善がみられ、実質 GDP 成長率は 2019 年に 1.5%、2021 年には 2.1%に上昇すると予想されており、Cyril Ramaphosa 大統領による経済状況改善と国内の経済活動に対する刺激が期待されている。

²⁶ 社会における所得の不平等さを測る指標

²⁷ Businessstech (2019)

イ) 二重経済

南アフリカは人口が約 5,700 万人（2018 年）であり、人口増加率は年間約 2%である。主に 4 つ人種グループ（白人、カラード²⁸、インド/アジアおよびアフリカ）で構成されており²⁹、特に近年の人口増加はアフリカグループによるものである。

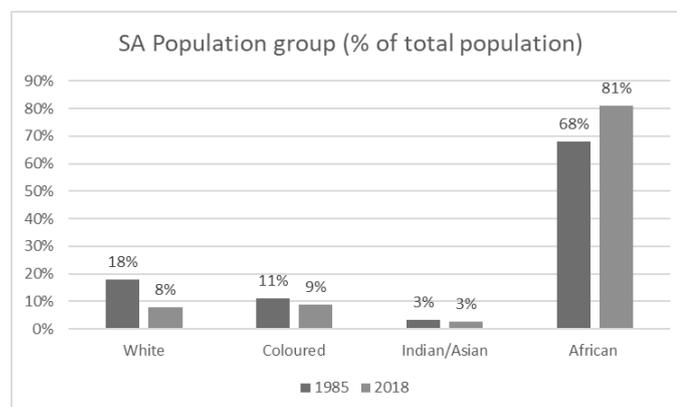


図 15 人口構成と変化

南アフリカは、世界で最も不平等率の高い二重経済国家の一つである。全収入に占める割合をみると、2017 年時点で上位 1%の超富裕層が全収入の 20%程度、上位 10%の富裕層が全収入の 65%を占めている。これは、南アフリカの残りの 90%は全所得の 35%しか得られていないことを示している。

ウ) 農業分野における経済状況

干ばつ等の気候変動による災害の発生および農業収益性の不安定さによる農業従事者の減少等により、農業の実質成長率は 2013 年から 2015 年で 3.6%(2012-2013)から-5.9%(2014-2015)に減少した³⁰。その結果、2018 年の南アフリカの GDP に占める割合の高い産業は、金融・不動産・ビジネスサービス産業(22%)、貿易・ケータリング・宿泊産業(15%)等であり、農業は僅か 2.5%であった。特に他の南部アフリカ開発共同体 (SADC : Southern African Development Community、以下「SADC」と記す) 諸国に比べても低く、1960 年代の平均 10%から約 4 分の 1 の平均 2.5%まで低下した。その原因としては電気料金と肥料コストの上昇と、土地の弱体化によるものである。2007 年以降の電力価格の上昇により、営農に係る電気料金が約 20%増加した。また、南アフリカでは、耕地 1ha あたり平均 58.5 kg の肥料を使用しており、日本の平均である 120kg と比べると半分程度と少ないが、そのほとんどが化学肥料に依存している³¹。化学肥料の多くは輸入に頼っており、その価格は石油価格の直接的な影響を受け、かつ輸入関税や政府支援の補助金の対象ではないため、近年の極端な石油価格の変動により南アフリカの農家に深刻な影響を与えている。そのため、南アフリカ政府は、農作物そのものよりも、農産物加工による付加価値の高い製品に戦略的に集中することにより、GDP に対する農業の占める割合を増加させようとしている。

²⁸ ヨーロッパ系白人（コーカソイド）とアフリカ系黒人（ニグロイド）あるいはアジア系との混血グループ

²⁹ 世界銀行 (2018)

³⁰ Statistics SA (2018)

³¹ The global economy (2020)

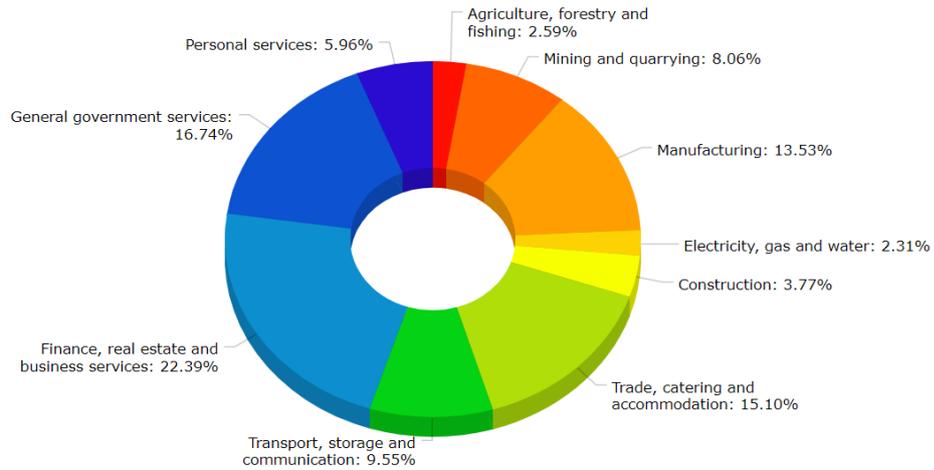


図 16 GDP に占める各産業の割合 (2018 年)

エ) 食糧問題

干ばつや近年の降雨量の減少、水の過剰需要等による水不足により、農業の収益性の低下および減収リスクが高くなってきている。その結果、南アフリカは 2010 年時点において 1990 年代前半にあった農場の数の 3 分の 2 以下となっている³²。また、気候条件と土壌条件がそろった天水作物の生産に適した土地は南アフリカの国土面積の 12% しか残っておらず、今後の農作物生産に大きく影響を与えると考えられる。特に、2017 時点では 2000 年以降の南アフリカにおける人口増加率 (29.2%) は食糧生産量の増加率 (16.8%) を上回っている。南アフリカの人口は 2019 年の 5,900 万人から 2035 年までに 8,200 万人に増加すると予想されており³³、南アフリカの食糧生産が将来の食糧需要の増加に対応できるかどうかについての懸念が高まっている。

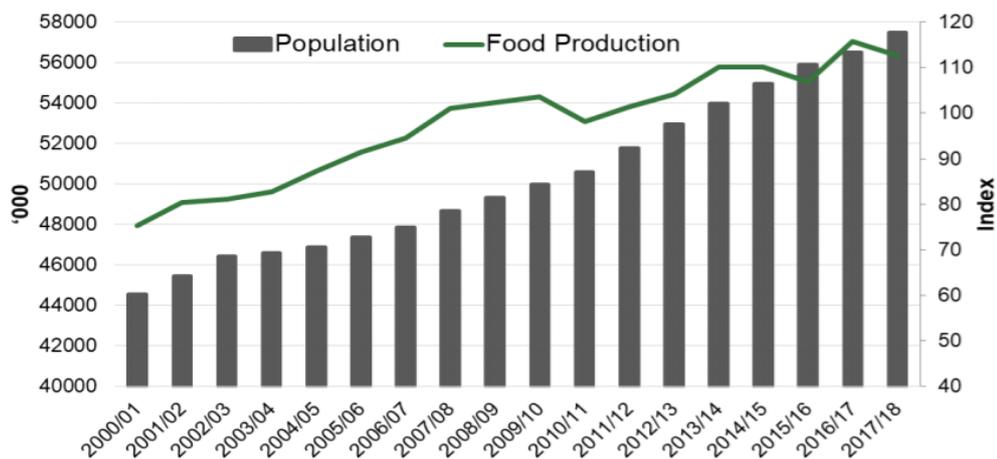


図 17 人口と食糧生産量の変化³⁴

2001 年から 2004 年の間に中産階級における人口が 30% 増加したことにより、特定の種類の食品

³² WWF (2010)

³³ 国際連合広報センター (2019)

³⁴ Agri SA (2019)

に対する需要に変化が生じ、穀物を主体とした食事からより多様な食事へのシフトをもたらした。購買力の高いこのグループにおいては、主食のトウモロコシと小麦の消費量が減少した一方で、鶏と鶏卵の年間消費量が大幅に増加した。しかし、二重経済であるがゆえに、穀物作物をはじめとした主食に依存している低所得者が依然南アフリカの人口の多くを占め、かつ人口増加の主なカテゴリである。そのため穀物需要は引き続き上昇すると見込まれるが、人口増加のスピードに生産が追い付いていないのが現状である³⁵。そのため、南アフリカ政府は主要作物の収穫量増加を重要視しており、その対応策に追われている。

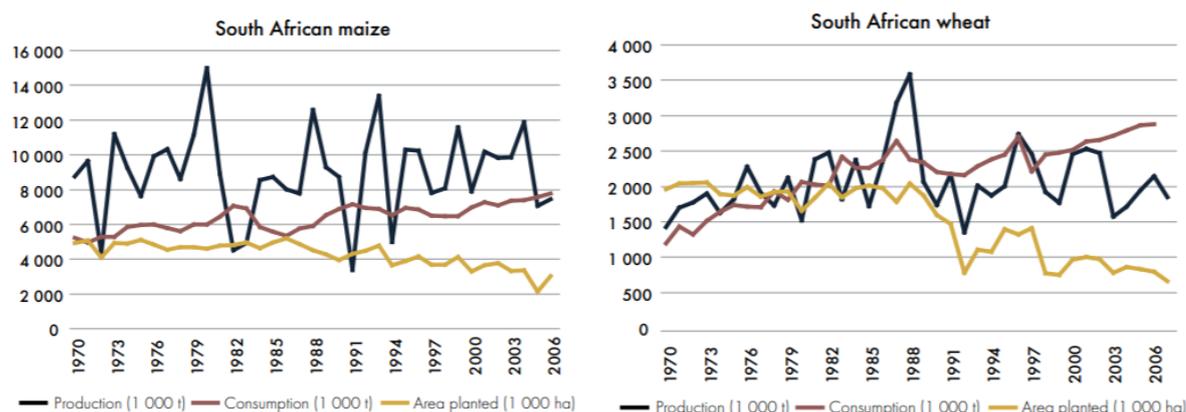


図 18 南アフリカにおけるトウモロコシ（左）と小麦（右）の生産状況の推移³⁶

南アフリカ全体のトウモロコシの生産状況については、耕地面積が 1970 年の約 500 万 ha から 2006 年の 2-300 万 ha まで減少しているにもかかわらず、生産量は耕地面積に比例しておらず、減少の傾向は見られない。ただし、生産量の振れ幅は大きく、干ばつによる影響を大きく受けているものと思われる。

オ) 農業分野における貿易リスク

南アフリカの農業輸出は干ばつにもかかわらず増加を続けており、2018 年は前年比 7% 増の 106 億米ドルであった³⁷。農業製品は南アフリカの輸出の 10.8% を占め、金属業、鉱業、自動車産業とともに同国の主要な輸出分野となっている。南アフリカは現在農林水産物の純輸出国であり、欧州は南アフリカにとっての最大の輸出先マーケットである（全輸出量の約 22%）。一方で、欧州も農産物の大半をアフリカ向けに輸出している（全輸出量の約 39%）ため、南アフリカ国内で農作物の自給ができなくなった場合、欧州からの輸入によってさらに国内の農業が鈍化するリスクにさらされる可能性がある。また、南アフリカで生産されるトウモロコシのほとんどは遺伝子組み換えで生産されているため、欧州から遺伝子組み換え作物（GMO: Genetically Modified Organisms、以下「GMO」と記す）の輸入が禁止された場合、南アフリカの輸出産業に重篤な影響をもたらす可能性がある。

カ) 失業率

³⁵ WWF (2010)

³⁶ Statistics SA (2018)

³⁷ Statistics SA (2018)

南アフリカは、世界でも失業率が極めて高い国の1つであり、2018年には世界第2位、アフリカでは第1位にランキングされている³⁸。2013年から2019年で27%から29%と、現在も増加の一途をたどっている。加えて、南アフリカは若年層の就労状況が世界でも最も深刻な国の一つであり、2018年には若年失業率が55%に達している³⁹。

農業は労働集約型産業であるために多くの雇用を創出できる産業であり、南アフリカ政府は雇用創出の主産業の1つと位置付けている。一方で、干ばつ等の気候条件によりと安定した雇用を達成するには厳しい状況である。例えば2018年1月以降、干ばつの影響を強く受けた州では約70億ランド（約733億円、2018年1月JICAレート換算）の売上を失っており、その結果農業従事者約31,000人が失業した。また、近年十分な教育を受けられていない農業従事者の割合が高いことも課題となっており、その結果新しい技術の導入も進んでいない。その割合は2018年時点で全労働従事者の8%を占めており、年々その割合は増加している。

図19に示すとおり、農業従事者の数は2001年以降漸減している。耕地面積及び農業従事者が減っているにも関わらず、資金力のある大規模農家は農作業の機械化や肥料の大量投入で生産性を上げているものと推測される。



図19 労働従事者数と農業従事者数の推移⁴⁰

(2) 投資関連法規、許認可、優遇措置、投資コスト

① 農業分野における法律制定に係る政策の概要

南アフリカにおいて、農業分野に関連する法律の制定は、主に DAFF と環境局（DEA : Department of Environmental Affairs、以下「DEA」と記す）が所管する⁴¹。1994年以降の農業に関わる法律は、以下3つの重要な観点に紐づく形で制定されている。

- I 自由市場の分配における農業における商業的な競争力の改善
- II (何かしらの制限により) 不利な立場に置かれているコミュニティの参加を改善
- III 天然資源基盤の保護

³⁸ 国際労働機関(2019)

³⁹ Statistics SA (2018)

⁴⁰ Statistics SA (2018)

⁴¹ GreenCape (2018)

農業分野の戦略的方向性は、以下主要な政策文書によって定められている。

ア) 「Agricultural White Paper」(農業白書)

具体的な方向性：南アフリカの農村の経済的および社会的中心とみなされ、その他地域の経済および社会に影響を与える幅広い農場規模を特徴とする、非常に効率的で経済的に実行可能な市場指向の農業セクターとなること。

イ) 「Agricultural Policy in South Africa discussion document」(南アフリカにおける農業政策議論文書)

具体的な方向性：効率的で国際的に競争力のある農業セクターの構築を目指す。成功している小規模農家の数が大幅に増加し、生産のより多様な構造の出現を支援。農業の天然資源を保全し、持続可能な資源利用のための政策と制度を実施。

ウ) 「Strategic Plan for South African」(南アフリカのための戦略的計画)

具体的な方向性：団結し繁栄した農業セクターを目指す。戦略目標は「すべての人がより良い生活のために、世界的な競争力、収益性を有する持続可能な農業セクターに公平にアクセスできるようにする」

エ) 「Accelerated and Shared Growth Initiative (ASGISA)」(加速的かつ共有可能な成長に係るイニシアチブ)

具体的な方向性：よりバランスの取れた農業成長を実現することを目指し、特定の農業プロジェクトとプログラム分野を選定。

例) 灌漑地の50%増加、ヤギおよびヤギ製品を含む家畜生産性の向上、土地改革の加速、バイオ燃料

オ) 「Agriculture & Agro-processing Master Plan」(農業セクターの改革マスタープラン、2022年1月現在、政府・地方行政・民間有識者等が本計画の最終化に向けた議論を行っている)

具体的な方向性：地方行政を含めた南アフリカ政府が、農業セクターにおける重点課題と改革に向けた施策を以下の6点をPillar(主要な取り組みの柱)に紐づけ、各州の具体的なアクション・目標を定めたもの

1. 政策の曖昧さの解消と投資を呼び込む環境づくり
2. インフラ整備
3. 総合的な農家支援、開発金融、研究開発、普及サービスの提供
4. 食料安全保障、生産量拡大、雇用創出、包摂性の確保
5. 市場の活性化・拡大、改善 市場アクセスおよび貿易の円滑化
6. 地域に根ざした食産業の展開。農産物加工の輸出拡大

上記観点及び戦略的方向性に従い、各関連機関が法や成長計画を立案し、実行している。特に2010年以降、持続可能な農業に係る法律、計画の立案が多く、土地の有効な利活用や革新的(イノベータータイプ)な営農技術の導入に積極的な姿勢が見て取れる。

表 4 農業関連の主要な計画 42

Name	Relevant objectives/purpose
The Conservation of Agricultural Resources Act 43 of 1983 (CARA 1983)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Use of natural agricultural resources ■ Conservation of soil ■ Conservation of water sources ■ Combating weeds and invader plants
The National Development Plan 2030 (NDP 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elimination of poverty ■ Reduction of inequality ■ Highlighting the importance of agriculture to the green economy
The Agriculture Integrated Growth and Development Plan (IGDP 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plans to develop equitable, productive, competitive, profitable and sustainable agriculture, forestry and fisheries sectors ■ Emphasises that the sector needs to benefit all South Africans
The Agricultural Policy Action Plan (APAP 2014)	<ul style="list-style-type: none"> ■ A programmatic response to key policy documents, including the National Development Plan (NDP) and the New Growth Path (NGP)
The Medium Strategic Framework (MTSF 2014-2019)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Outcome 4 – Decent Employment through Inclusive Growth ■ Outcome 7 – Comprehensive Rural Development and Food Security ■ Outcome 10 – Environmental Assets and Natural Resources Protected and Continually Enhanced
Strategic Plan for the Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (DAFF 2013)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Provides an effective framework to address various challenges facing the sector ■ Sets targets for the departmental programmes from 2012 to 2017 ■ Focuses on building a leading, dynamic, united, prosperous and people-centred sector
The Spatial Planning and Land Use Management Act (SPLUMA 2013)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Provides for a uniform, effective and comprehensive system of spatial planning and land use management for South Africa ■ Provides for sustainable and efficient use of land ■ Redresses the imbalances of the past and ensures equity in the application of spatial development planning and land use management systems
National Environmental Management Act 107 of 1998 (NEMA 1998)	<ul style="list-style-type: none"> ■ NEMA is the overarching legislative framework for environmental governance ■ Core values are reflected through the following principles: ■ Environmental management must place people and their needs at the forefront of its concern, and serve their physical, psychological, developmental, cultural and social interests equitably ■ Development must be environmentally, socially and economically sustainable
National Environmental Management Biodiversity Act 10 of 2004 (NEMBA 2004)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Provides for the management and conservation of biodiversity within the framework of NEMA ■ National protection of species and ecosystems that warrant national protection ■ Sustainable use of indigenous biological resources ■ Fair and equitable sharing of benefits arising from bioprospecting involving indigenous biological resources ■ Establishment and functions of a South African National Biodiversity Institute (SANBI)

⁴² GreenCape (2018)

表 5 農業関連の主要な政策、法律⁴³

Name of policy	Key objectives
The National Development Plan 2030 (NDP 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elimination of poverty ■ Reduction of inequality ■ Highlighting the importance of agriculture to the green economy
The Strategic Plan for the Department of Agriculture, Forestry, and Fisheries (DAFF 2015)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Provides an effective framework to address various challenges facing the sector ■ Sets targets for the departmental programmes from 2015/16 to 2019/20 ■ Focuses on advancing food security, job creation, economic growth and transformation of the sector through innovative, inclusive and sustainable policies, legislation and programmes
The Agriculture Integrated Growth and Development Plan (IGDP 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plans to develop equitable, productive, competitive, profitable and sustainable agriculture, forestry and fisheries sectors ■ Emphasises that the sector needs to benefit all South Africans
The Agricultural Policy Action Plan (APAP 2014)	<ul style="list-style-type: none"> ■ A programmatic response to key policy documents, including the National Development Plan (NDP) and the New Growth Path (NGP)
The National Environmental Management Act 107 of 1998 (NEMA 1998)	<ul style="list-style-type: none"> ■ NEMA is the overarching legislative framework for environmental governance. Core values are reflected through the following principles: <ul style="list-style-type: none"> - Environmental management must place people and their needs at the forefront of its concern, and serve their physical, psychological, developmental, cultural and social interests equitably - Development must be environmentally, socially and economically sustainable

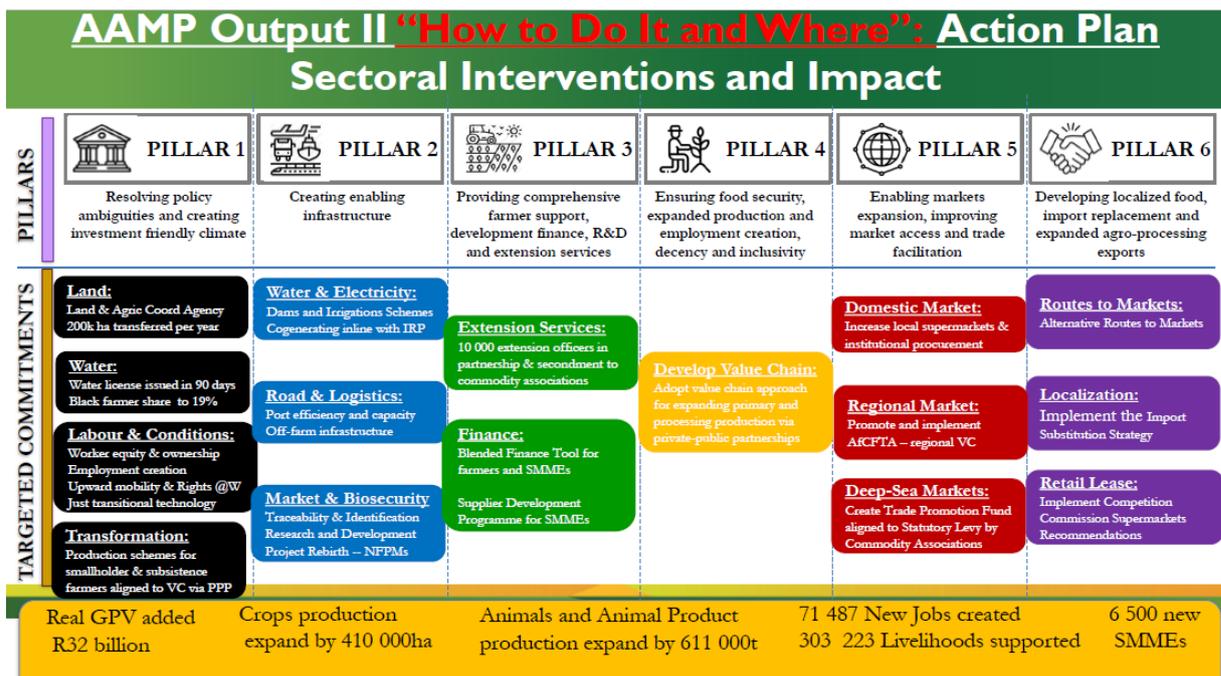


図 20 Agriculture & Agro-processing Master Plan⁴⁴

② 南アフリカにおけるビジネス環境概要

世界銀行が 2003 年より毎年公表しているビジネス環境ランキング「Doing Business」によると、南アフリカのビジネスのしやすさは過去 15 年間で悪化しており、2019 年には 84 位に位置付けている。同ラ

⁴³ GreenCape (2019)

⁴⁴ 農業省資料 (2021)

ンキングはビジネスに係る 10 の項目⁴⁵を手続きにかかる回数や日数、コストなどで数値化しているが、近年の南アフリカにおいては、特に電力調達、契約履行（支払能力）等の面での悪化によるものである⁴⁶。



図 21 Doing Business における南アフリカのランキング推移⁴⁷

農業分野においては、南アフリカ政府が農作物生産量増加による GDP への寄与、食料安全保障の向上、貧困の解消等、現存する多く問題解決を可能とする重点分野として位置付けており、その発展が課題解決のための重要な推進力として期待している。加えて、自国内における雇用創出にも貢献できるため、同分野への投資を積極的に推奨している⁴⁸。一方で、南アフリカの農業への投資に対する障壁は少なくなく、他のアフリカ諸国と比べ相対的に高い人件費、不安定な水資源へのアクセス、電力コストの上昇、農村部の安全に係るリスク、輸出商品の種苗の品質および入手難易度の高さ等が挙げられる。⁴⁹これらはまさに今日南アフリカの農家がすでに直面している障壁であり、それに対する解決策が望まれている。本事業にて展開予定の「農業支援情報サービス」では、特に季節予測モデルを活用した水資源の計画的な利活用が可能となることで、効率的な灌漑等の実施による人件費・電力コスト等の削減、農村部における干ばつや洪水被害の回避・安全リスクの低減等への貢献が期待できる。

③ 投資関連法規、許認可、優遇措置、投資コスト

南アフリカにおいて外国企業、または外国人投資家に係る投資規制は特に設けられていない。当該企業、投資家がビジネスを始める場合、新規設立または南アフリカの企業の買収による登記、および上場が可能である。この点においては、南アフリカ国内外で差はなく、外国企業、投資家においても追加要件なしで南アフリカの会社の取締役となることが可能である。登記企業は、外国人、外国企業、南アフリカ人、または南アフリカで登記された別会社または親会社によって所有される。外国籍の従業員が当該企業で働く場合、労働条件に合ったビザが必要となる。

近年、南アフリカでは、起業に要する時間の増加、および起業のためのコスト上昇により、世界銀行の発表する起業のしやすさランキング（資金調達のしやすさや税制、手続きの煩雑さ等によって評価）において、2014年の61位から2016年には131位まで大幅に順位を落としている。

⁴⁵ 起業の手続き、建設認可、電力調達、資産登記、資金調達、少額投資者保護、納税、通関行政、契約履行、破綻処理の10項目

⁴⁶ IOL (2019)

⁴⁷ 世界銀行 (2019)

⁴⁸ GreenCape (2018)

⁴⁹ GreenCape (2018)

3. 過去データの検証

後述する「4. サービス仮説検証」を実施するため、予測に必要な入力データのスペックや条件を明らかにし、過去のデータを用いて検証を行い、予測した収穫量との相関関係を確認した。

(1) 各種データの調査・入手

JAMSTEC が解析している季節予測のデータについては、ハウテン州をカバーする2つの Grid のデータを対象とし、2009年から2019年まで、6か月先までの気候を予測するデータ（主に以下の項目）を入手した。

- 地上 2m 気温 [K]
- アンサンブルメンバー内の最高の地上 2m 気温 [K]
- アンサンブルメンバー内の最低の地上 2m 気温 [K]
- 計算初期時刻からの積算降水量 [$\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$]
- 地上 10m の東西風 [m/s]
- 地上 10m の南北風 [m/s]
- アンサンブルメンバー内の最高の地上 10m 風速 [m/s]
- 地表面における正味の短波放射量 [W/m^2]
- 地表面における正味の長波放射量 [W/m^2]

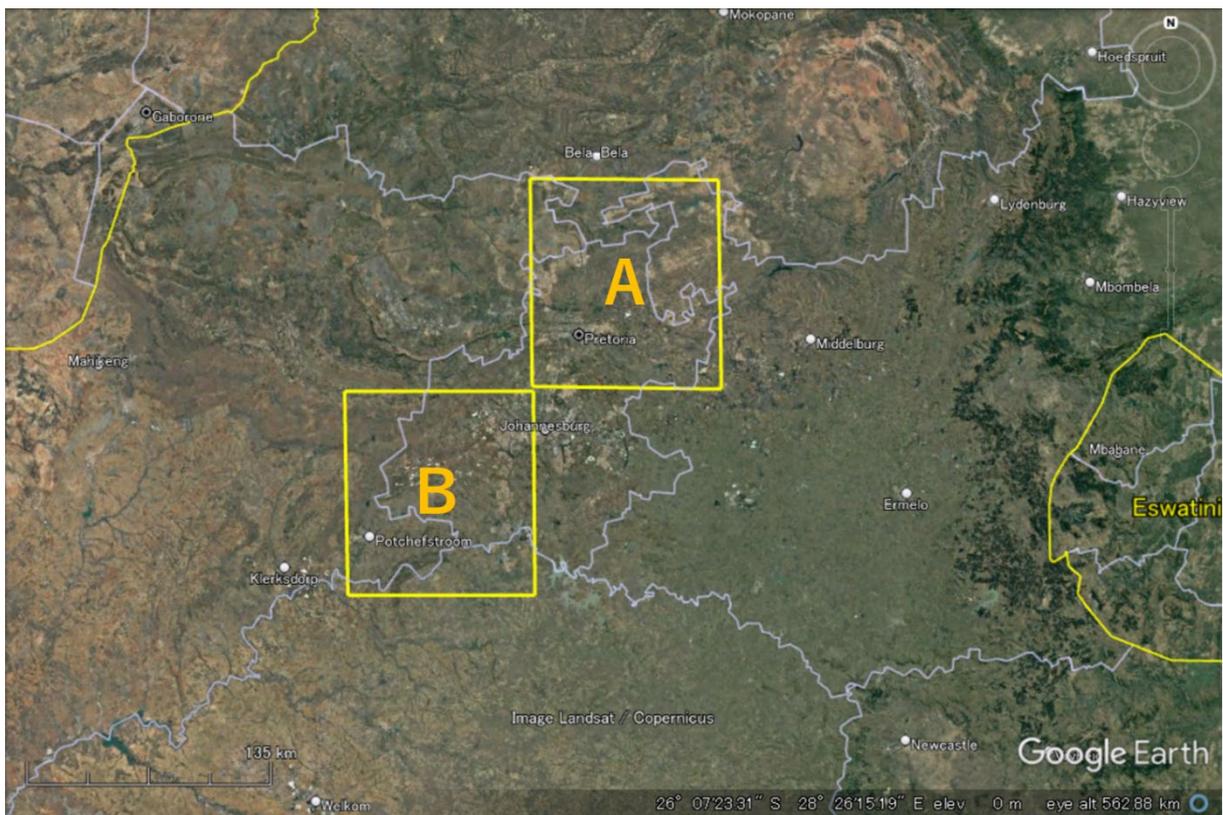


図 22 季節予測データが対象とする 2Grid
ハウテン州の北東部を Grid A、南西部を Grid B とする

土壌水分については、上記の季節予測データと同じ期間を対象とし、東京大学芳村教授による MATSRIO を使った 50km メッシュの「Soil moisture Total Volume」を入手した。データは 6 層（地表面

から 5cm、20cm、75cm、100cm、200cm、10m) で計算されているが、トウモロコシの根の深さはおよそ 100cm までとなる。

(2) 予測の実施と検証

上記 (3) のデータと鳥取大学坪教授の構築したモデルを使い、以下の条件でトウモロコシ収量の予測と検証を行った。予測結果を図 23 に示す。

- 季節予測は、各年の 10 月 1 日に予測した 6 カ月先 (翌年 4 月まで) のデータ
- 播種時期は、12 月 1 日に播種をしたと想定
- 播種量は、Grid A が 1m² あたり 4 粒、Grid B が 1m² あたり 2 粒を播種したと想定
- 品種は、播種から約 4 か月で収穫されるミディアムの品種を生育したと想定

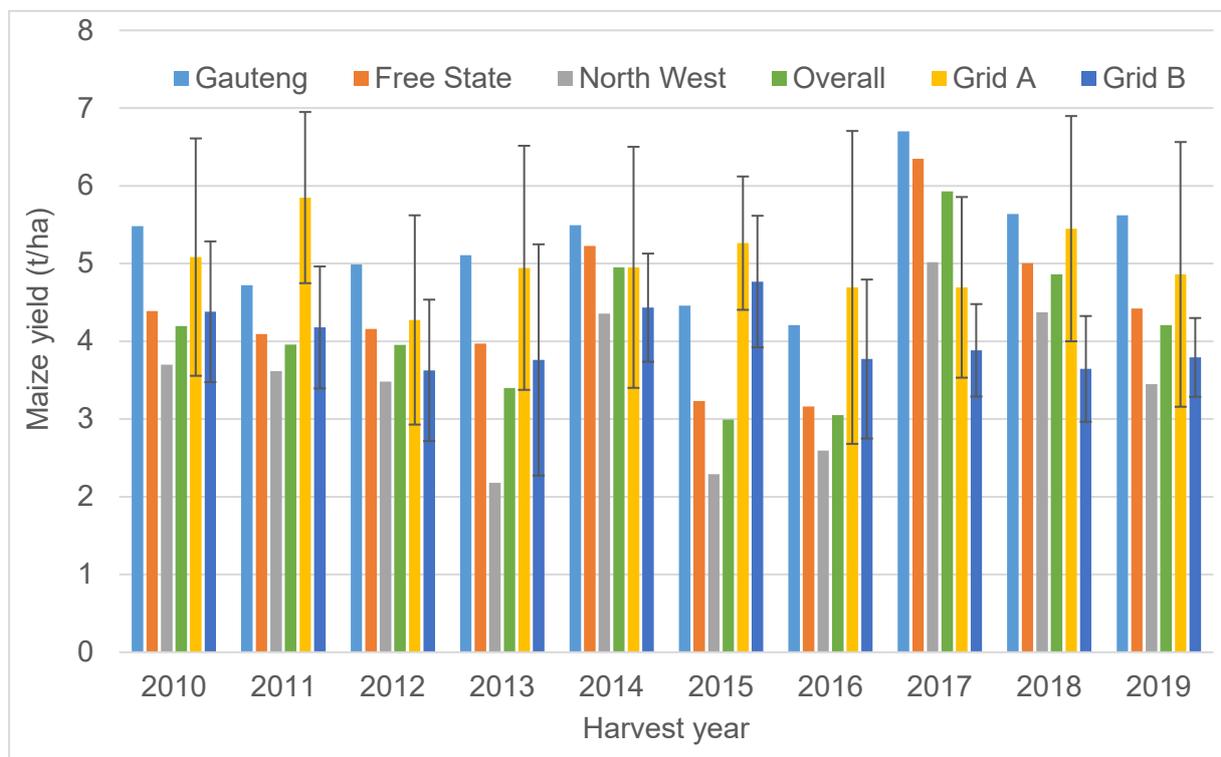


図 23 実測値と予測値との比較一覧

予測を実施した Grid はフリーステートやノースウェスト州にもまたがっている。そこで、ハウテン州だけでなく、フリーステート及びノースウェスト州の収穫量についても実測値をグラフ化した。各年のグラフのうち、青・赤・灰色の棒グラフは、それぞれハウテン州、フリーステート州、ノースウェスト州の実測のトウモロコシの収量 (ha あたりの乾燥重量) であり、黄色と紺色が Grid A と Grid B の予測収量 (縦線は誤差範囲) である。

Grid A 及び B は季節予測データが提供される範囲であり、緯度経度で区切られているため、各州の行政界とは一致しない。そこで、比較的範囲に近い Grid A と B を併せた範囲と、ハウテン州の実測値を比較する (図 24)。ただし Grid A がカバーするハウテン州北部は農地が少なく、農地が多い Grid B はノースウェスト州にもまたがっているため、ハウテン州とノースウェスト州の実測値の平均を Grid B とも比較した (図 25)。

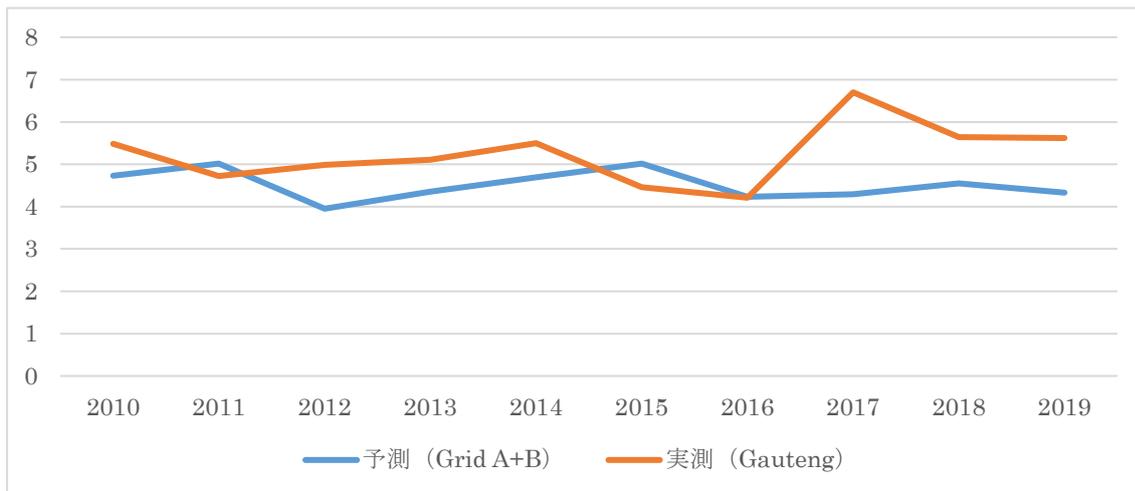


図 24 Grid A 及び B の予測値とハウテン州の実測値の比較

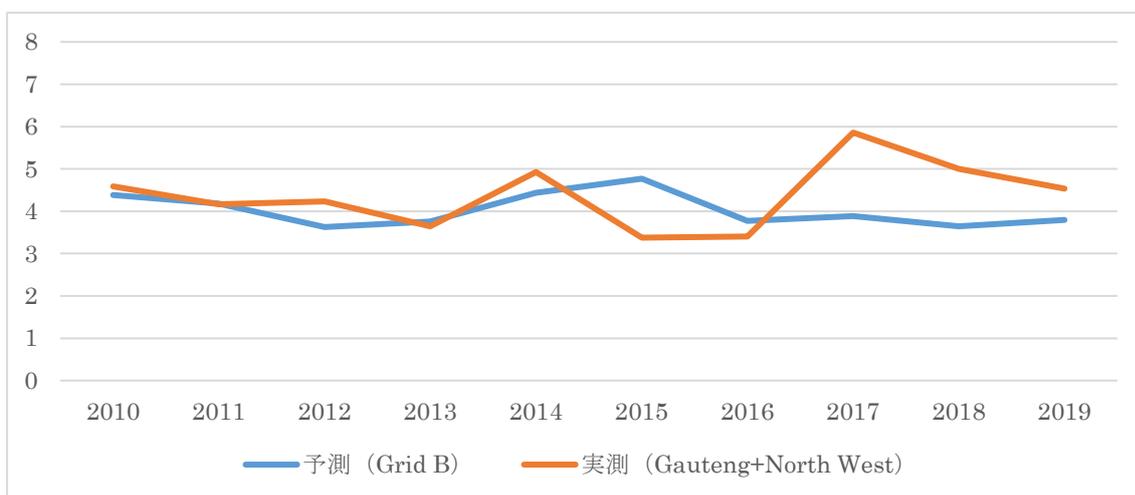


図 25 Grid B の予測値とハウテン州及びノースウェスト州の実測値の比較

収穫量の予測は概ね良い結果が出ているが、2015 年は不作だったにもかかわらず、予測値は高い結果が出ている。また、2017 年は豊作だったにもかかわらず、予測では例年並みの収穫量であった。こういった予測のずれは、主に以下のような要因から生じていると推定している。

- 予測値（およそ 100km の Grid）と実測値（各州の統計情報）の対象範囲が一致しない。
- 予測の前提とした耕作条件（播種日や量など）と実際の耕作条件が一致しない。例えば、不作の場合は肥料を増やすなどの対策も反映されていない。
- 試験圃場での現地検証を行っていないため、南アフリカの実情に合わせたモデルのチューニングが不足している。
- 季節予測のデータの分解能が低い（約 100km の Grid）。
- 年によっては予測精度が低い場合がある。

このような予測のずれは、現地での検証を行い、季節予測モデルや収量予測モデルの改良を行うことで改善できると考える。具体的には、モデルの分解能を向上させるとともに、現地で得られたデータ

を元にモデルをチューニング（新たな変数の追加や式の変更など）することで改善が見込まれる。なお、今回の調査では、過去データ検証時、過去の論文や経験から最適と思われる収量予測モデルを構築したが、現地での実測データを用いたチューニングは行っていない。

4. サービス仮説検証

「(3) 過去データの検証」で最終化した収量予測モデルの結果に従って、ハウテン州及びフリーステート州内の圃場にてトウモロコシの耕作を行い、生育に関する情報を収集した結果から予測精度を評価・モデルを改良する予定であった。しかし、コロナ禍の影響を受け、現地活動に制限が発生したため耕作が行えず、2019年-2020年におけるハウテン州の1か月ごとの統計情報を基に予測精度を評価する方法に変更した。また、それらの予測情報について農業関係者にはオンラインで説明すると共に、サービスの有効性及びサービス形態の最終化についても確認した。

(1) 準備・検証計画の策定

ハウテン州 Roodeplaat 及びフリーステート州 Bethlehem を試験圃場とした精度検証について、当初は現地再委託で作物の耕作やサンプリングを行い、現地データを元に検証を行う予定であった。しかし、コロナ禍の影響で度々ロックダウンが発生していることや、現地再委託先において対応可能な人員が不足していることから、実施は困難との結論となった。そこで、上述の通り2019年-2020年におけるハウテン州を対象に評価することとし、2020年の統計情報（実測値）を入手した。また、2019年から1か月ごとの季節予測のデータとして、2019年10月、11月、12月時点の予測データを入手した。データのパラメータは「3. 過去データの検証」で入手したものに合わせることにし、以下の18通りのパターンで予測を実施した。

18のパターンは、現地での現実的な選択肢に合わせ、季節予測の時期、播種日、播種量を現実的な選択肢を考慮して変更し（品種は全てミディアムで統一）、それらを組み合わせた。

- ① 季節予測 11月／播種日は12月1日／播種量は1m²あたり2粒
- ② 季節予測 12月／播種日は12月1日／播種量は1m²あたり2粒
- ③ 季節予測 11月／播種日は12月1日／播種量は1m²あたり4粒
- ④ 季節予測 12月／播種日は12月1日／播種量は1m²あたり4粒
- ⑤ 季節予測 11月／播種日は12月1日／播種量は1m²あたり6粒
- ⑥ 季節予測 12月／播種日は12月1日／播種量は1m²あたり6粒
- ⑦ 季節予測 11月／播種日は12月16日／播種量は1m²あたり2粒
- ⑧ 季節予測 12月／播種日は12月16日／播種量は1m²あたり2粒
- ⑨ 季節予測 11月／播種日は12月16日／播種量は1m²あたり4粒
- ⑩ 季節予測 12月／播種日は12月16日／播種量は1m²あたり4粒
- ⑪ 季節予測 11月／播種日は12月16日／播種量は1m²あたり6粒
- ⑫ 季節予測 12月／播種日は12月16日／播種量は1m²あたり6粒
- ⑬ 季節予測 11月／播種日は1月1日／播種量は1m²あたり2粒
- ⑭ 季節予測 12月／播種日は1月1日／播種量は1m²あたり2粒
- ⑮ 季節予測 11月／播種日は1月1日／播種量は1m²あたり4粒
- ⑯ 季節予測 12月／播種日は1月1日／播種量は1m²あたり4粒
- ⑰ 季節予測 11月／播種日は1月1日／播種量は1m²あたり6粒
- ⑱ 季節予測 12月／播種日は1月1日／播種量は1m²あたり6粒

(2) 予測の実施とヘルスチェック

上記「3. 過去データの検証 (2)」と同じ条件で、2019年10月、11月、12月の季節予測データでト

ウモロコシ収量を予測した。Grid A 及び B とハウテン州との比較では、どの月の予測結果もほとんど変化が無く、12月になると若干精度が悪化し、精度は10月予測の74%から12月予測は71%へ下がった（図 26 左）。一方、Grid B とハウテン州及びノースウェスト州の比較では、10月予測の67%から12月予測の78%へと精度が向上した（図 26 右）。一般的に、遠い将来の予測は難しくなるため、予測する時期が近くなればなるほど精度が高くなる（例えば4月の気候を予測する場合、前年10月に予測するよりも、直前の5月に予測する方が精度は高い）。従って12月の予測精度向上は想定通りであった。70%前後という数値は高いとは言えないが、一定の相関関係が認められた。さらに精度を向上させる必要があるが、農家が判断に困った際には判断材料の一つにはなると考える。なお、Grid A の予測結果は10月と12月でほとんど変わっていないが、一部を切り出した場合に見られる例外だと評価しており、広い範囲で長期的に見れば、上記のような傾向が当てはまる。

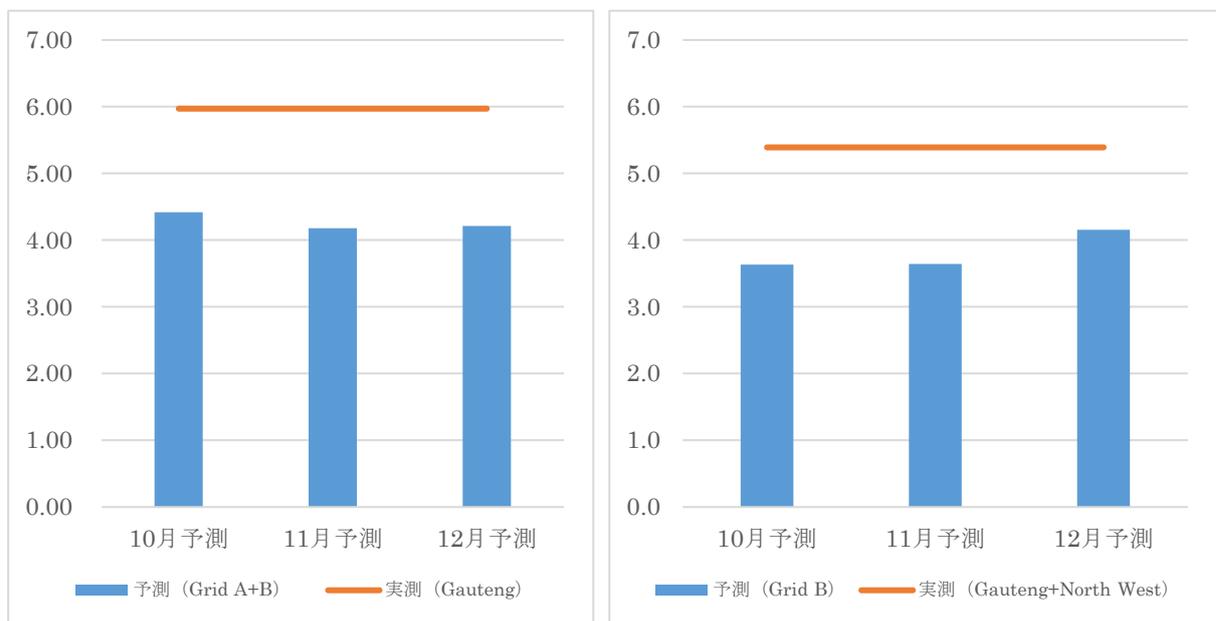


図 26 2019年10-12月の1か月ごとの予測と実測値との比較

衛星の情報から植物の活性度を表す指数（NDVI）を抽出し、作物の生長を監視するヘルスチェックについては、欧州宇宙機関（European Space Agency: ESA）が運用する Sentinel-2 衛星のデータを使用する予定であったが、同衛星は観測頻度が5日1度というデメリットがあるため、より観測頻度が高く、ほぼ毎日データを取得できる JAXA の気候変動観測衛星「しきさい」（GCOM-C）を使用することとした。GCOM-C のデータから日々の NDVI を抽出してエクセルで整理し、かつ全体の傾向をつかみやすくするために7日間平均でグラフを作成した（利用者向けの表示は図 30 のデモ用画面を参照）。

（3）サービス形態の明確化

必要な情報の種類、提供のタイミング、提供方法、インターフェース画面などのサービス形態について、エンドユーザーである農家に利用されるものに仕上げるため、第1回渡航調査時の現地ヒアリングにより、営農の状況に関する情報を収集した。そこで、登熟期間の異なるトウモロコシの品種の違い、肥料の成分の違い、季節予測のメッシュサイズなどについて、ARC や agbiz などの農業関係者から、収量予測を実施する際に参考となるコメントを得ている。これらの情報に基づいて、南アフリカで最適な情報の見せ方について、添付資料2の通り日本語でドラフト版を作成した。なお、当初は季

節予測データから推測される干ばつの警報についてもサービスに含めることを計画していたが、同様の警報は南アフリカの気象局の所掌となっているため、無用のトラブルを避けるために除外した。

(1) で実施した 18 通りの予測結果について、南アフリカの農業関係者にヒアリングを行ってフィードバックを得るため、検討した画面イメージ (添付資料 2) に基づいてデモ用の画面を作成した。まず対象地域を選んでもらった上で、①Yield Estimation (収量予測)、②Crop Growth Monitoring (ヘルスチェック) の 2 つメニューを用意した。本来は、利用者が選択したメニューに応じてインタラクティブに計算、表示させる仕組みを想定しているが、デモ用は上記 18 通りの計算結果のみを表示することとしている。

(4) サービス形態の仮説検証・最終化

必要な情報の種類、提供のタイミング、提供方法、インターフェース画面など、上記 (3) で検討したサービス形態について、デモ画面を使って農業関係者にオンラインで説明し、RESTEC が検討しているサービス形態に関するフィードバックを得た。フィードバックに基づき、可能な範囲で反映してデモ画面を更新し、想定するサービス形態を最終化した。精度の問題などの指摘は将来の検討課題としたが、本サービスが南アフリカの安定収量の達成に貢献するためには、これらの課題を解決する必要がある。

ヒアリングで得たフィードバックと、対応結果の概要を以下に示す。

(必要な情報)

- トウモロコシの品種 (普通、早熟、晩期など) ごとの予測情報
- 収穫タイミング・生育に必要な期間の情報
- 輪作で栽培される一連の作物に対応した情報

(インターフェース)

- 自分の地域の情報が重要なので、トップ画面でまず地域を選び、そのあとで情報メニューを選んだ方が良い
- グラフが 3 本表示されるが、今年のグラフがどの線なのかわかりにくい
- グラフの上に州の名前が表示されるが、Grid は複数の州にまたがっている
- 作物の成長を表すグラフの線が大きく動きすぎるのではないか
- デジタルリテラシーやデータリテラシーの低い農家も理解しやすくすべき

以上のコメントから、トウモロコシの品種の追加、画面遷移の変更 (トップ画面に地図)、グラフの表示方法 (色や Grid の表示名)、NDVI グラフの 7 日間平均化を行い、デモ画面用のユーザインターフェースを更新した。当初の画面は図 27、変更後の画面は図 28、図 29、図 30 を参照。

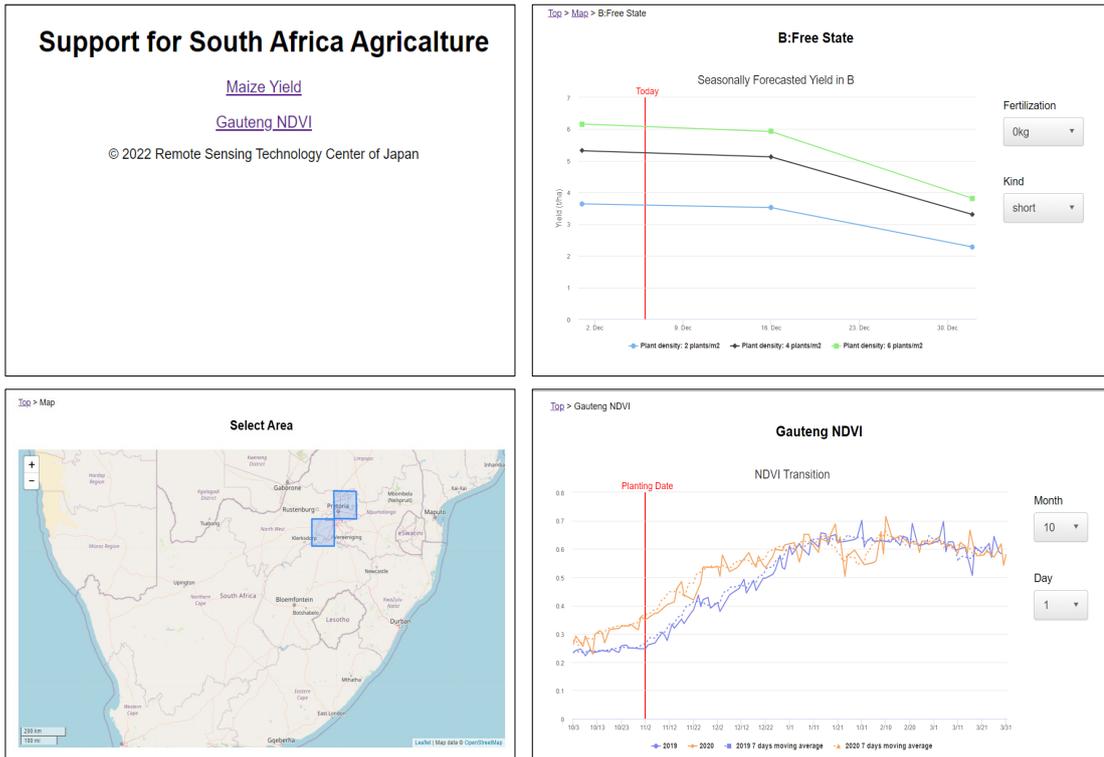


図 27 デモ用に作成した当初の画面



**Agricultural Information Service
for Maize in South Africa**

Select Area

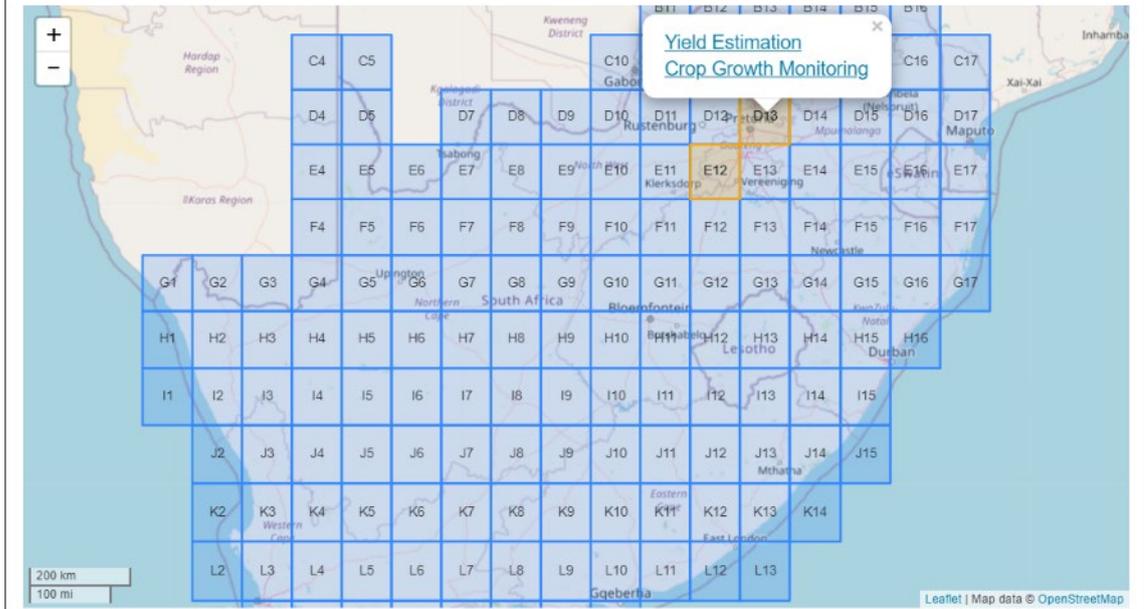


図 28 変更後のトップ画面 (D13、E12 の Grid のみ情報を表示)

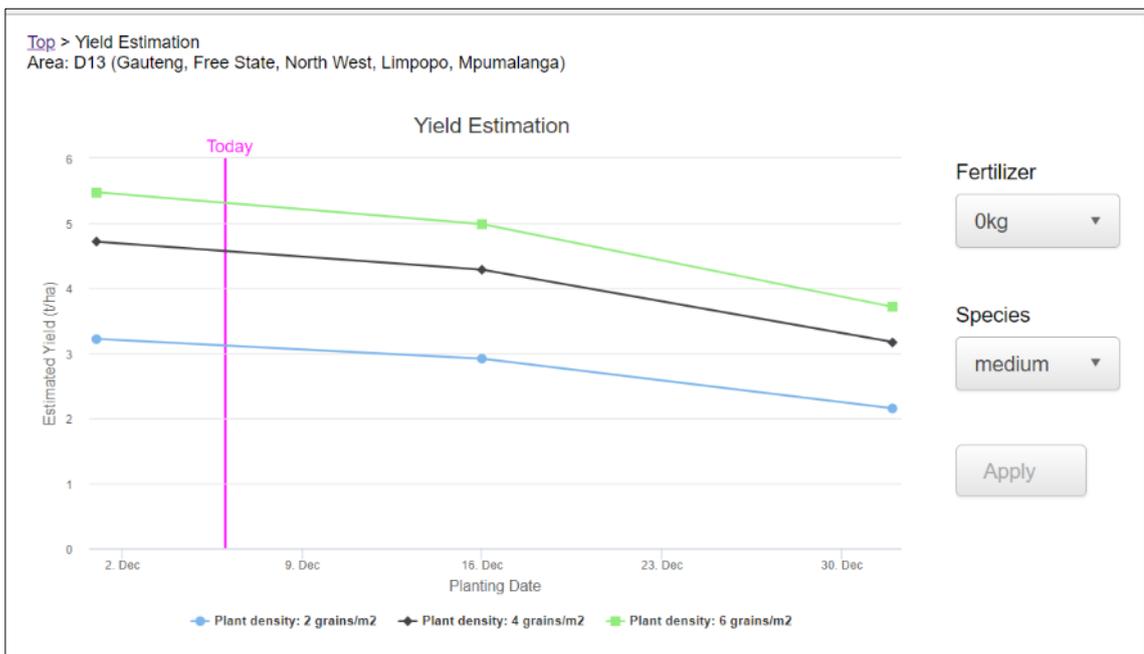


図 29 変更後の予測収量の表示画面 (Grid D13 の例)

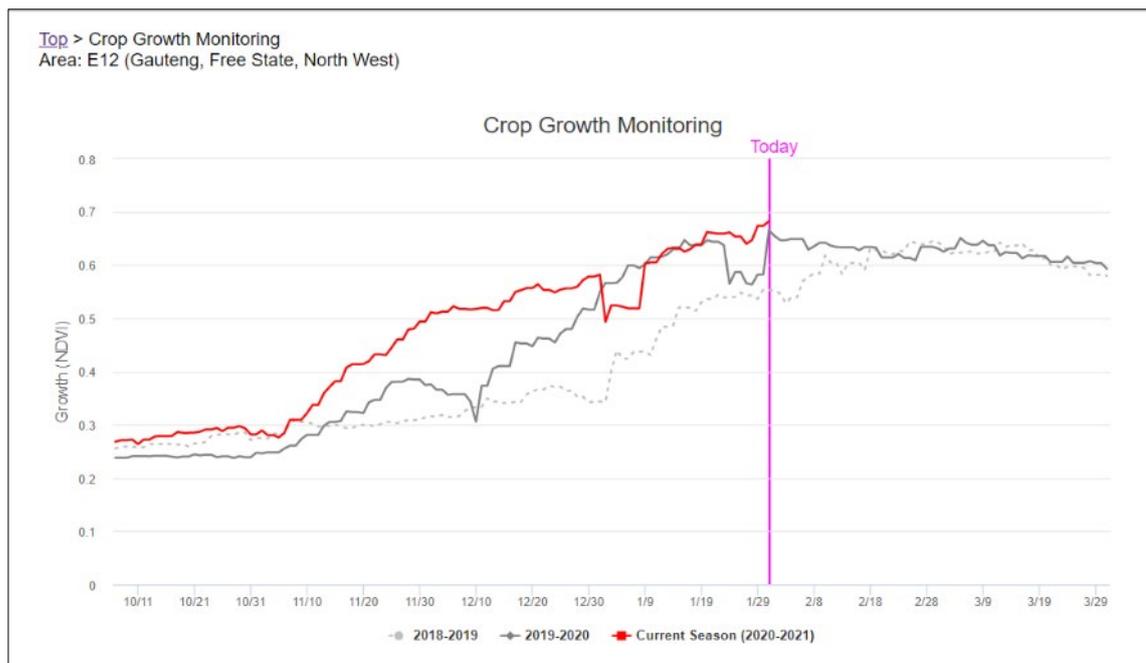


図 30 変更後のヘルスチェックの表示画面 (Grid E12 の例)

(提供方法)

- 他機関が既に提供しているウェブサービスなどに統合する形で情報を提供する形態が望ましい。
- 農村部の一部地域ではデータ通信の不安定性が課題になる為、オフライン時にもデータを参照可能な機能を付けたほうが良い。
- 農家はパソコンの前に長く座らない。
- web ベースのサービスでは、肝心な時に情報アクセスができない可能性がある為、モバイルアプリで情報・サービスを提供するほうがよい。

以上のコメントから、情報はスマホのアプリで閲覧できるようにし、他機関のウェブサービスと連携することが望ましいことを確認した。また、データ通信の不安定な地域はまだあるので、オンライン時に情報をダウンロードし、オフライン時でも情報を閲覧できるような機能が有用ということを確認した。さらに、スマホを持っていないような零細農家については、農業普及員 (Extension Officer) が支援するような体制が必要である。

(精度)

- モデルの正確性、透明性、信頼性をどの程度まで担保できるかを明示する。
- 精度向上のためには、1 シーズンの試験運用とデータ収集では十分でない可能性がある。
- 対象範囲の粒度が粗い可能性がある。農家は自身の作物の状況を見たいはずなので、広域のメッシュ情報では農家のニーズに対応できないことが懸念される。

今後の事業化のためにはこれらを向上させる必要があり、具体的な手段は以下の通りである。

- 収量予測モデルの精度については、現地での検証を実施し、モデルをチューニングする必要がある。安定収量のために特に重要なのは不作 (干ばつ) の年の再現性で、そのような年に良好な予測結果が得られるかが課題である。

- 収量予測の空間分解能については、主に JAMSTEC から入手する季節予測のサイズに依存しており、分解能を向上させるためには研究開発が必要となるため、SATREPS などの枠組みで資金援助を受け、気候モデルを改良してもらう必要がある。
- NDVI の空間分解能については、欧州の衛星 (Sentinel-2) を利用することで向上させることが可能だが、情報提供の頻度が落ちるという問題がある。Sentinel-2 は今後さらに 2 機の衛星が打ち上げられる予定なので、将来的には、頻度を確保した上で、空間分解能の向上が可能である。なお、商業衛星の利用はコストの面で現実的ではないため、選択肢から外している。

5. プロモーション

現時点での販売先として想定している農家およびドナー機関へヒアリングを実施し、具体的なニーズ、競合情報を入手し、大規模農家および小規模農家向けの「農業支援情報サービス」のビジネスモデルの仮説の構築を行った。また、「農業支援情報サービス」の提供に際し獲得したデータは農業以外の分野においてもニーズが高いと想定されたため、ビジネス展開が期待されるに分野についても抽出を行い、具体的なユースケースの検討を実施した。

(1) マーケティング・販売に係る調査と戦略策定

「農業支援情報サービス」の販売先として想定している農家・ドナー機関である DAFF (傘下の研究機関である ARC を含む)・GDARD・FAO・WFP・NEPAD に対し、本事業およびサービス内容の説明を行い、エンドユーザーである農家における具体的なニーズ、および類似の既存サービスを提供する競合に関する情報をヒアリングした。その結果、エンドユーザーとなる大規模農家、小規模農家それぞれにおいて「農業支援情報サービス」に対するニーズが異なるとともに、すでにサービスを提供している競合も異なることが判明した。そこで、ヒアリングを通して得られた情報を基に、大規模農家、小規模農家向けに RESTEC が提供するサービス領域について検討した。

<大規模農家向け提供サービス領域>

大規模農家向け

既存サービスのアップグレードとともに営農全体を支援するサービスの展開により、エンドユーザーへの付加価値を向上

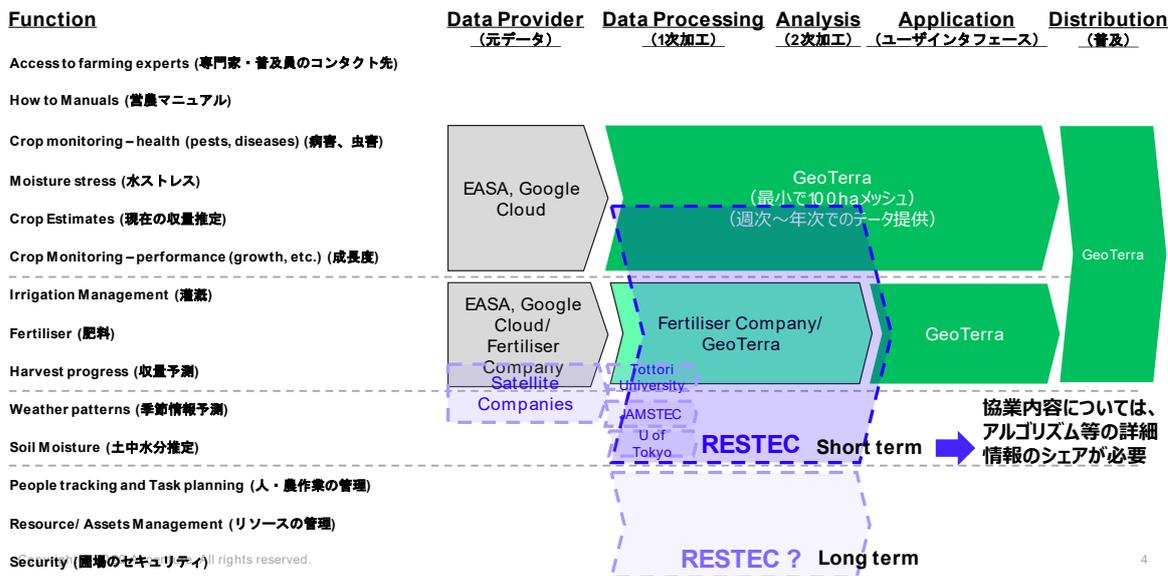


図 31 大規模農家向けに提供するサービス領域
(現地企業 (GeoTerra 社等) が提供するサービスへの機能追加を想定した際の案)

大規模農家向けには、スタートアップを含む多くの民間企業がすでに各種農業支援サービスを提供し強固な関係構築ができています。そのため、現地でのビジネス実績のない RESTEC においては、独力よりも競合他社との連携によるマーケットエントリーが現実的であると考えられました。具体的には、より高精度な季節情報予測による収量予測精度の向上など競合他社の既存サービスをアップグレードする役割を果たす、という戦略をとることである。更に、現時点で競合が提供していない (農作物の生育支援にとどまらない) 圃場における作業進捗や農作物の盗難防止のためのモニタリングサービスなどの「営農全体を支援するサービス」を補完的に展開し、エンドユーザーに追加的な付加価値向上を図ることも中期的には有望であると考えている。現時点までの競合調査において、トウモロコシを含む作物を対象とした衛星データを用いた農業支援サービスを提供している大手企業である GeoTerra 社が有望なパートナーとして考えられ、上図のような役割分担によるビジネス展開を想定している。更に 2021 年 8 月の面談時には、季節予測に基づく農家へのアドバイスや、異常気象対策に資するソリューションへのニーズについても明示的に言及されたことから、GeoTerra を含めた現地の農業支援サービス企業に RESTEC が提供するデータが、追加的な付加価値をもたらすインプットとして使用され得るとも考えられる。

<小規模農家向け提供サービス領域>

小規模農家向け

Function

- Access to farming experts (専門家・普及員のコンタクト先)
- How to Manuals (営農マニュアル)
- Crop monitoring - health (pests, diseases) (病害、虫害)
- Moisture stress (水ストレス)
- Crop Estimates (現在の収量推定)
- Crop Monitoring - performance (growth, etc.) (成長度)
- Irrigation Management (灌漑)
- Fertiliser (肥料)
- Harvest progress (収量予測)
- Weather patterns (季節情報予測)
- Soil Moisture (土中水分推定)
- People tracking and Task planning (人・農作業の管理)
- Resource/ Assets Management (リソースの管理)
- Security (圃場のセキュリティ) | rights reserved.

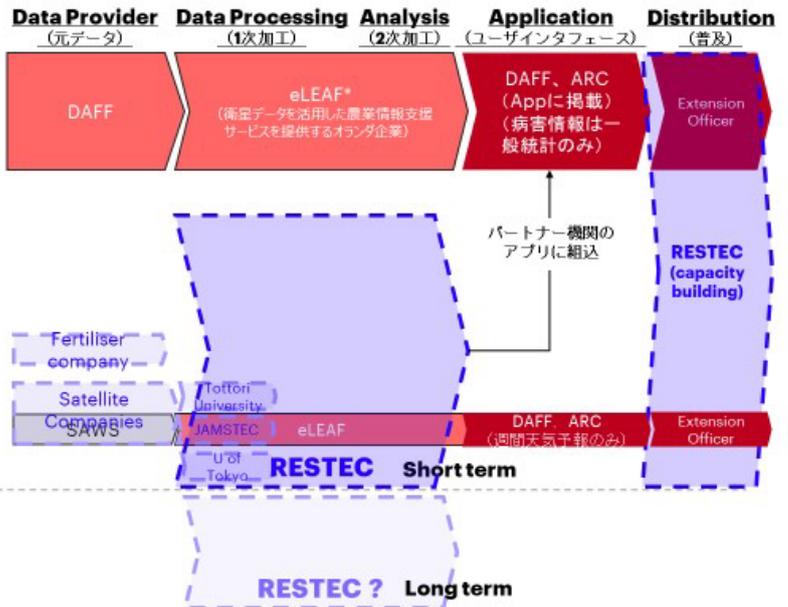
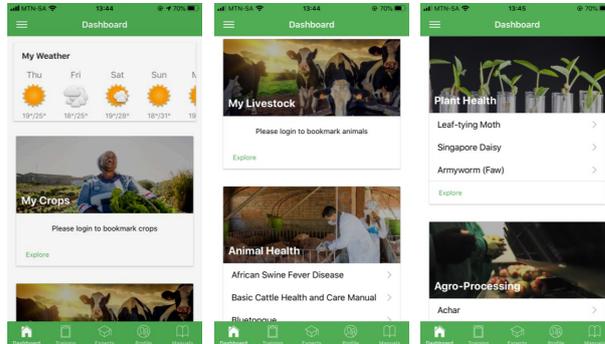
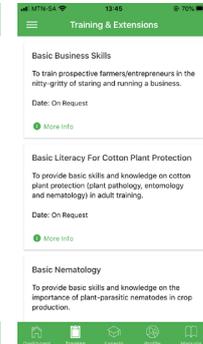


図 32 小規模農家向けに提供するサービス領域
(公的機関 (DAFF、ARC 等) の提供するサービスへの機能追加を想定した際の案)

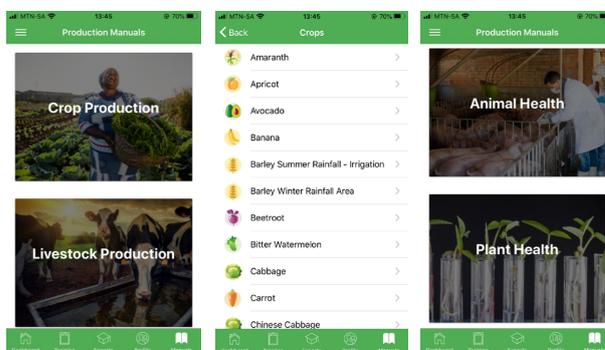
Home screen:



Training Services:



Production Manuals:



Access to Experts:

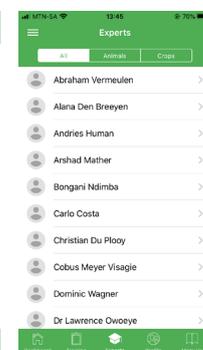


図 33 公的機関の提供する農業支援サービスのインターフェース (DAFF の例)

小規模農家向けには、民間企業の提供する農業支援サービスを導入できる資金力を有す農家がほとんど

ど存在しないことから、DAFF や ARC、GDARD 等の公的機関が農業支援サービスの提供を無償で行っている。加えて、特に小規模農家においてはデジタル技術の利用に慣れていないケースも多く、農業普及員を活用して指導を合わせて行っている。しかしながら、同サービスの実態としては、一般的な営農ノウハウに係るデータベースをアプリ上で公開しているレベルにとどまっていることに加え、普及員がアプリ上で表示される情報について正しく理解できていないことが多いため、小規模農家にとっては利便性が低く、利用率は極めて低い。そのため、小規模農家向けのビジネス展開の方向性としては、公的機関が提供する既存のプラットフォームに農業支援情報サービスとしての機能（収量予測、季節情報予測、各種農作業のタイミング通知等）を拡張し、普及員のキャパビリティに係るサービス提供を通して、エンドユーザーが利用しやすいサービスの展開を目指すことが有望であると考えている。

<その他事業者へのサービス提供可能性>

加えて、農業支援情報サービスの提供に際し獲得した衛星データや季節予測データなどは農業以外の分野においてもニーズが高いと想定されたため、顧客候補として、南アフリカの農業ビジネスへの融資サービスを提供する absa 社へのニーズヒアリングと、農家以外にソリューションを展開し得るセクターを洗い出すディスカッションを行い、ビジネス展開が期待されるに農業以外の分野について検討した。その結果、デジタル技術への投資への積極性、およびヒアリング対象者から具体的なユースケースが多く示された公共、銀行、保険の3分野が有望分野として考えられた。

特に本調査で面談・議論を行った absa 社の担当者からは、「幣行の顧客である農家の方々が安定的に収穫量を上げることは、貸付金の安定回収だけでなく、顧客農地のリスク判断高度化及び金利の適正化に寄与し得る」という発言があった。このことから、農家への資金提供を行う同社としても、顧客である農家のリスクをより精緻に理解して資金の貸し付け・回収を行うことに、季節予測のデータを利用することは有用である可能性が示唆されている。

表 6 ビジネス展開が期待される農業以外の分野とユースケース

公共 ユースケース	銀行 ユースケース	保険 ユースケース
都市計画・水産計画への利活用	融資・投資先のリスク管理への利用	農業保険、新規金融商品への組み込み
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 季節予測データを活用した排水インフラ、灌漑設備、橋梁等の建設計画 ✓ 人々や動物の活動時間帯、地域の変化を考慮した道路・高速道路の敷設計画 ✓ 水産資源の分布、変遷をもとにした漁場の指定、計画 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 降雨パターン、季節予測データを活用した農業従事者向け融資与信、投資先判断 ✓ インフラの敷設計画状況、人々の移動情報を活用したATMや支店の配置計画 ✓ 夜間照明等の把握から集落や経済規模を推定し、都市開発等の投資先への提供 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 季節予測データを活用した農業保険の組成、リスク低減 ✓ 土地、不動産等の被災リスクの推定 ✓ 山火事等の被害状況の把握による支払額の精度向上、遅延の回避

以上の調査内容にて、南アフリカ国内においては、季節予測に特徴を有する RESTEC の収量予測モデルが、現地の既存ソリューション提供企業・潜在パートナー企業、及び最終受益者である南アフリカ農家のニーズに資する可能性を確認した。その上で、現地で農業関連データ・情報を持つ既存ソリューション提供企業が一定存在することを踏まえると、既にデータ・予測モデルの最終利用者、又は受益者である農家を直接的な顧客とするのではなく、既存ソリューション提供企業、又は農家の支援組織を顧客としてサービスの提供・収益化を図る必要があると結論付けた。その際の収益化は、どの企業・組織を顧客とする場合においても、分析・予測結果を API 等で提供し、その利用料という形で顧

客に課金することとなる。

大規模農家向けのアプローチについては、衛星データ等を用いた農業支援サービスを展開する GeoTerra 社に、補完的な情報・データとして季節予測のデータを提供することが望ましい。このアプローチにより、同社既存サービスのカバー領域を拡大し、ユーザーである現地農家向けのサービス価値を向上させることで、同社がユーザーに追加的に課金する事が可能になる。このサービス提供形態において RESTEC の予測モデルは、GeoTerra 社等が既存顧客の農家に「サービス利用メンバーシップのアップグレード」を促す追加的なサービス内容として活用されるか、又はこれまで同社がアプローチできなかったセグメントの農家に対する新サービスプランの一部として組み込まれて使われることになる為、アップグレードしたメンバー会員数、又はサービスアップグレード後に RESTEC のサービスを利用したユーザー数に応じた課金モデルを提案することが有効であると考えられる。

小規模農家向けのアプローチについては、ARC・DAFF・GDARD 等の組織のアプリケーションに RESTEC の予測モデルを組み込む、又は予測結果を農家支援組織に提供することが望ましい。これらの組織は大手民間企業と異なり資金余力がない為、利用有無に係わらずユーザー数に応じて課金するのではなく、データの参照回数等、実際に利用された場合のみに料金を徴収する課金モデルを提案することが有効である。

銀行などの他業界の企業向けには、季節予測・収量予測の結果を直接提供することになるが、これらの企業はデータを利用する特定部門が不定期に予測結果を参照・利用することが想定される。それを踏まえると、予測結果を利用するユーザーのライセンス数に応じた課金か、又は予測結果の参照回数に応じた課金モデルをとることがよいと考えられる。

(2) パートナーとの連携調査

上記(1)に記載の通り、現在までの調査結果から農業支援サービスを実施している競合企業においては、自社でアプリをエンドユーザーへ提供している場合が多く存在することが判明した。一方で、6ヶ月先までの季節予測データの活用等の高度な技術を用いた機能や、普及員のキャパビリティを含む営農指導や圃場管理等の営農全体を支援するサービスを展開している企業はほとんど見られなかったため、既存のサービスに RESTEC 独自の新たな機能やサービス内容を付加することで競争力のあるソリューションとなりうると想定される。

現在までに、大規模農家向けとしては先述の GeoTerra 社、小規模農家向けとしては DAFF や GDARD 等の公的機関より協業について関心を示されており、協議を実施した。大手農家向けには、Aerobotics 社、AgriSense 社等も類似企業として現地でサービスを展開しているが、対象作物が異なる点、RESTEC の様な第三者とパートナーシップを締結してソリューションを開発する動きがないこと等から、現時点では GeoTerra 社が最有力候補企業となる。また、現地大手の肥料会社である Kynoch Fertilizer 社からも協業に興味を示されており、農業支援情報サービス内における最適な肥料のレコメンド機能搭載などの連携が期待できる。

また、農業以外の分野については、図 34 に示す組織・企業が技術導入・協業に興味を示しており、彼らへのソリューション提供も有望であると考えられる。



図 34 RESTEC の技術導入・協業への興味を確認された企業

(3) 農業関連団体等への宣伝

第2回渡航時に、大規模農家連盟である agbiz の加盟企業向けに事業内容および提供予定サービスの説明会を開催予定であったが、新型コロナウイルスの感染拡大の影響に鑑み、渡航・展示会への参加は行わず、オンラインで RESTEC データ・ソリューションのプレゼンテーションを開催することで、現地の潜在ユーザー獲得とソリューションへのフィードバックを得ることとした。

今回の調査では、4章に記載の分析モデルを基にソリューションのプロトタイプを構築し、現地農業セクター及び関連産業従事者 (agbiz、absa 社、SAGRA、農業セクターコンサルタント3名) に3度ヒアリングを行い、プロトタイプとソリューションのコンセプトに対するフィードバックを得ることができた。ヒアリングで得たフィードバック内容については、(5)にて詳述する。

(4) 農業研究機構との連携可能性調査

ARC は、南アフリカ気象局やオランダの各機関との協力で2015年から2019年に実施されたプロジェクト「Rain for Africa (R4A)」を通じて、農業関係者向けの情報アプリを作成・提供している。大規模農家(商業農家)向けには気象レポートや豪雨警報などのサービスが用意されており、小規模農家向け

には AgriCloud というアプリが無料で提供されている。AgriCloud の主な機能は、向こう 10 日間の気象予報に基づき、農家や農業普及員（Extension Officer）に対して作物の播種や水やりに関するアドバイスを提供するものである。英語が不慣れな農家向けに現地語でも表示されるようになっている。

その他、Maize Information Guide（MIG）というアプリも作成されており、このアプリはトウモロコシの耕作について、最適な栽培品種、入手可能な除草剤や農薬、病虫害などの情報を南アフリカの地域ごとに提供している。

上記に加え、ARC HUB というアプリも作成されており、気象情報や生産マニュアルなどの情報がスマホで入手できるようになっている。

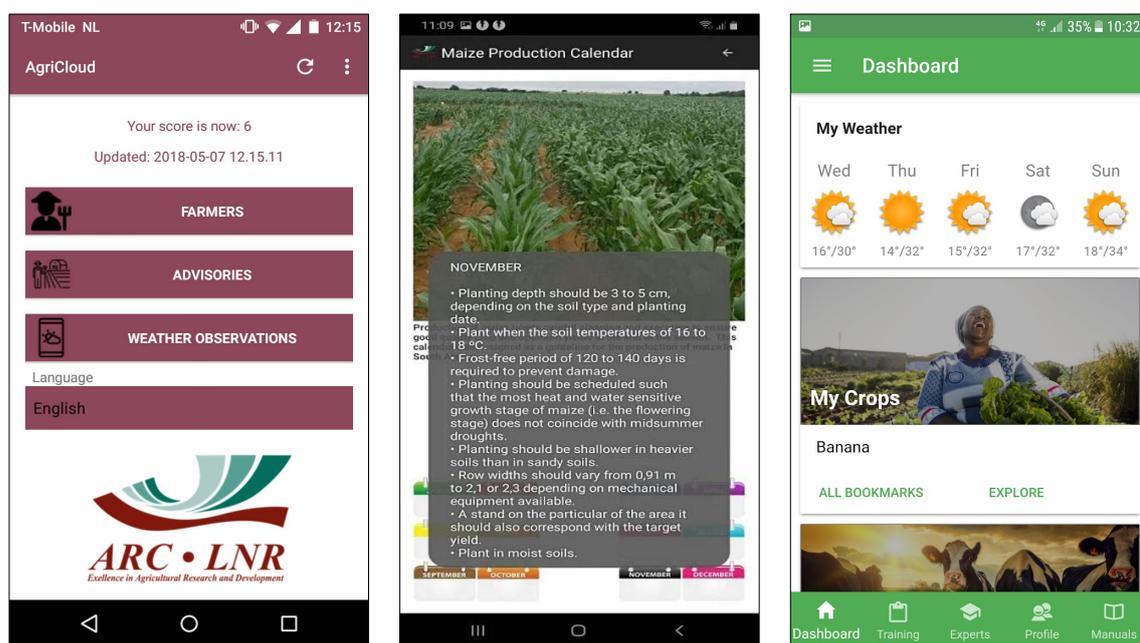


図 35 ARC の各種アプリ画面（左から AgriCloud、MIG、ARC HUB）

これら ARC のアプリは、RESTEC の提案するサービスと同じ農業気象に関する情報を提供するもので親和性が高い。一方で、提供される情報は、重複よりも相互補完の関係にあるため、これらアプリとの連携可能性が高い。特に AgriCloud は 10 日先の短期的な予報に基づいた情報を提供しており、数カ月先の長期的な予測に基づく RESTEC のサービスとは相互に補完できる。そのため、農家は RESTEC のサービスから中長期的な耕作のスケジュールを立て、AgriCloud で短期的な播種日や施肥日のスケジュールを立てられるというメリットがある。このようなアプリ連携について、ARC は好意的に捉えているが、そのために自ら既存のアプリを改修するつもりはないので、RESTEC が技術的にどのような統合・改修が可能かを調査した上で、作業を行う必要がある。また、ARC は予測モデルや予測精度についても関心を持っており、そのような情報の共有や知的財産の取り扱いについて整理する必要がある。

（5）顧客層へのサービス説明

agbiz を通じ、同組織の加盟企業の中でも事業内容に関心を持ち得る企業・組織として absa（農業系

銀行) を特定した。その後 2021 年 8 月に agbiz・absa と調査団の 3 社の面談をセッティング・実施した。

またアクセンチュア南アフリカオフィスを通じ、小規模農家を中心に支援する組織である SAGRA と、大規模・小規模の両タイプの農家を支援する個人事業主向けに、ソリューションコンセプトについて説明する面談を行った上で、(3) に記載の通り、プロトタイプへのフィードバックを別途取得することが出来た。各面談の中で挙げた声・フィードバックの内、今後南アフリカにおけるソリューション展開を計画する際に有用な情報・フィードバックと考えられるものを記載する。

【大規模・小規模農家の両セグメントをエンドユーザーにした場合に共通するフィードバック】

<南アフリカ農業セクターにおける、衛星データ活用の余地・期待>

- 気候変動の影響もあり、昨今の穀物生産量は減少傾向にある。特に降雨量の動向予測は非常に重要で、干ばつだけでなく、例年は見られなかった豪雨による農家への被害は深刻であった。これらの事象から、農家は気候変動による影響に対し、例年以上に敏感になっている傾向にある。
- 大規模農家の中でも中間所得層の農家は、衛星データ等を用いた最新技術のソリューションを利用していない傾向にある。
- 精度向上のためには、1 シーズンの試験運用とデータ収集では十分でない可能性がある。その点を踏まえた事業展開を行うべき。
- 南アフリカの雲は衛星が必要な画像を捕らえることを困難にし、データ収集の障害となることがある点に留意する必要がある。
- 農家は年間を通じて輪作を行っているため、輪作で栽培される一連の作物に対応したソリューションであれば農家にとっては付加価値が高い為、望ましい。

<機能面・ビジネスモデル面のフィードバック>

- トウモロコシの品種ごとの分析(サイズだけでなく、品種: late maturing/early maturing など)を示すことで、収量推定の正確性を改善し得る。
- 収穫予測及び NVDI の対象範囲の粒度が粗い可能性がある。農家は自身の作物の状況を見たいはずなので、広域のメッシュ情報では農家のニーズに対応できないことが懸念される。
- 収穫タイミング・生育に必要な期間の情報も表示し、できれば収穫タイミングも分析結果を表示するパラメータとすることが望ましい。
- NVDI のモニタリング機能は、以前と比較してどの程度生育しているか、という情報を基に、「いつまで収穫を待つべきなのか」を判断する為のものと理解した。もしその様な使われ方を志向する場合には、具体的な農家のアクションを提示する、又はアクションをとるべき基準を示す必要がある。例えばもし「前年に鑑みると NVDI がレベル x になるまでは生育すると考えられるから、NVDI がレベル x に到達するまで待つ」という使い方をする場合、レベル x の基準値が明確に示されている必要がある。
- 分析モデルの正確性について、どの程度まで担保できるのか、ということは何かしらの形で明示する必要がある(データモデルの透明性・信頼性の担保)。

<UI・UX に関するフィードバック>

- トップ画面で情報の種類を選んでから対象地域を選ぶのではなく、まずは自分のいる地域を選択してから情報を選べる方が良い。

- グラフが3本表示されるが、今年のグラフがどの線なのか目立たせた方が良い。
- Gridが実際の州の形とは一致しないし、複数の州にまたがっているため、Gridに州の名前を付けると混乱する。
- NDVIは、1日ごとに表示して変動や誤差が大きくなるのであれば、7日間平均で大まかな推移を把握できる方が見やすい。
- 農家はパソコンの前に長く座らないので、農家が使いやすいユーザーインターフェイス・データ表示フォーマットとなる様、変更が必要である。

<利用環境における懸念について>

- 農村部の一部地域ではデータ通信の不安定性が課題になるため、オフライン時にもデータを参照可能な機能を付けたほうが良い。webベースのサービスでは、肝心な時に情報アクセスができない可能性があるため、モバイルアプリで情報・サービスを提供するほうがよいのではないかと。
 - 田舎の地区に居住する農家は、wifiやインターネットを設置するコストが追加的に発生する可能性も懸念される。その場合はいくらソリューションの利用料を安価に設定しても、追加の設備投資が必要になるため、ソリューション利用が敬遠される可能性が高い。その観点でも、オンラインになった際にデータを端末にダウンロード・更新し、オフラインでも予測データを参照できる仕組みにする必要がある。
- サイバーセキュリティに関する事件が多発しているため、"サイバーセキュリティリスクをどう予防・対処するか"という疑問や懸念を払拭できる体制が、アグリテックでも求められる様になってきている。

<その他>

- 「農家以外のユーザー候補として、FAOにとっては、食糧安全保障の予測・計画に取り組むにあたり、季節予測に基づく収量予測は有用なのではないか。」

【大規模農家をエンドユーザーとする場合の留意点・フィードバック】

- アグリテックの分野には様々なプレイヤーが存在することから、各プレイヤーと連携できる様なソリューション設計、すなわちAPIによる接続性を担保した、相互運用性の高いシステム設計が、顧客基盤の拡大に向けては重要な要件の一つである。
 - 農家の中には、既に関係を持っているソリューションベンダーから追加機能・サービスを提供されることを好む者が一定数存在する。その為、RESTECが自身で顧客を新しく開拓するのではなく、既存プレイヤーのソリューションに統合する形で分析結果・データを提供することは理にかなっている。
- 既存ソリューションに統合する場合でも、価格設定は慎重に検討する必要がある。
 - 例えば既存プレイヤーのソリューションであるPlanetは現状で1ヶ月あたり数ドル、GISはコンサルティングをと個別カスタマイズを行うためPlanetよりはコストが高い課金モデルになっていることを踏まえたプライシングを検討するべき。

【小規模農家をエンドユーザーとする場合の留意点・フィードバック】

<UI・UXに関するフィードバック>

- 大規模農家は一定の教育レベルがあるとしても、小規模農家のデジタルリテラシー・データリテラシー（グラフを見て情報を読み解く力）は期待ができないため、直感的・シンプルに、どの様なア

クションが必要なのかを提言できる必要がある。

- 例えば天気予報アプリ等は誰でも使えるシンプルで最適な情報提供 UI を提供しているので、参考にできる可能性が高いのではないか。また、既にローンチされている・農家に使われているアプリの中に統合して提供する事ができれば一番望ましい。

<利用環境における懸念について>

- アグリテックが他国で小規模農家へのアプローチを行う際、農業組合や共同体組織を直接の顧客とすることが多い。今回も同様に、エンドユーザーを農業組合組織として、農業組合から SMS 等で各小規模農家に情報を発信する形態をとることは一案である。
 - この形態の場合は、小規模農家がデータを読み解く必要もなく、推奨されるシンプルなアクション情報が小規模農家に届くことになるので、より農家の行動促進に繋がりやすいという利点もある。
 - あくまで“この地区の農家への、天気予報と同じような general なアドバイス”として情報発信されるので、広域メッシュの情報であっても一定機能するのではないか。
 - また農業組合等は小規模農家よりもスマホ・タブレットデバイスを所有・利用している可能性が高い、という点でも上記形態をとるメリットがある。

6. 事業が創出する開発効果/SDGs 貢献への効果検討

現地公的機関、およびドナー機関へのヒアリングを通して、南アフリカにおける概況を把握し、開発効果の設定、連携可能性を模索した。

(1) 貢献を目指すゴールに関するビジネス対象国・地域の概況

本事業は、干ばつ等の農業災害が課題となっている南アフリカ共和国の小規模農家 および大規模農家に対し、毎年の気象環境を事前に予測し、播種、施肥、水管理作業等を効果的に適用する時期の情報を提供することで、農作物生産量を最大化させ、ゴール2「飢餓・栄養」の達成、特にターゲット2.3 及び 2.4 の達成に貢献するとともに、ゴール 13「気候変動」の達成に貢献を目指すものである。この点に関し、文献調査、および DAFF、ARC、GDARD 等の公的機関、FAO、WFP、NEPAD 等のドナー機関へのヒアリング結果より判明した南アフリカの概況を以下に記す。

<ゴール2 飢餓・栄養>

南アフリカにおいては、急激な都市化およびグローバル化により、食糧の安全保障問題に拍車をかけている。例えば、農村部から都市部および他国への急激な人口移動は、都市部における農作物のサプライチェーンが追従できないだけでなく、農村部における農業従事可能者の減少を引き起こしている。さらに、近年の石油価格の向上に伴う電気価格の上昇による農業収益性の低下、干ばつによる不安定な農業生産によって国内における食糧自給率が低下し、飢餓のリスクにさらされている⁵⁰。事実として、南アフリカの都市部では、全世帯のうち28%が飢餓の危険にさらされており、26%がすでに飢餓を経験している。農村地域ではさらに深刻であり、それぞれ32%と36%に達している⁵¹。そのような背景から、南アフリカ国内では、農業収益性を高める、または干ばつのようなリスクを軽減し安定的な農業生産を達成できるような解決策が望まれているが、期待しているレベルの効果を創出できるような新たな技術や農法が普及していない。

<ゴール13 気候変動>

南アフリカの農業生産は、他の多くの発展途上国と同様に、気候変動や災害の影響を受けやすい。特に干ばつ、洪水、暴風雨、火事などの自然災害に対して脆弱であり、過去数十年に渡って多くの壊滅的な気候関連の災害に直面している。加えて、気候関連の災害の影響は農作物の収穫のみならず、営農に必要なインフラにも甚大な被害を与えるため、結果としてさらに農業生産に負の影響を及ぼす。その結果、先述の図17の通り農作物の生産量が安定せず、食糧の安全保障面で重大なリスクを孕んでいる。一方で、南アフリカ国内においては農業関係者が気候変動リスクに関する情報を取得し、その対応計画の作成のために利用できるデータやサービスはほとんどなく、十分な対応をとることが困難である。

<その他のゴール>

本案件は、収益が少ないとされている小規模農家の収入増加も目的の一つであり、上記の他、ゴール1「貧困」の一部にもアプローチする。ゴール1では特に貧困層が多いとされる農村部の人々のレジリエンス向上のため、本サービスを提供することにより、極端な気象現象下での農作物の安定生産・供給に寄与する。

⁵⁰ Mail & Guardian (2018)

⁵¹ Agri SA (2018)

(2) 開発効果指標設定と開発効果発現までのシナリオ設定

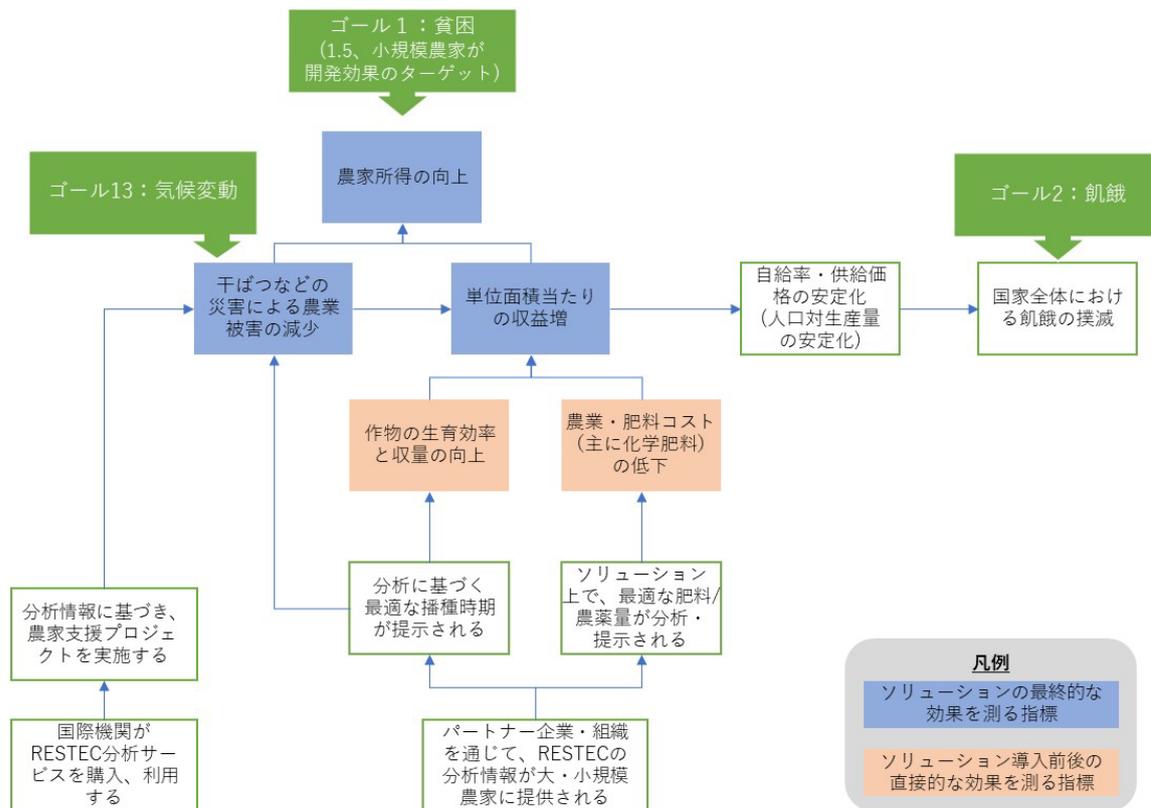


図 36 開発効果指標とシナリオ設定

本サービスの提供は、様々な気象予測変数を用い、トウモロコシの栽培において適切な作業タイミング及び収量を予測することで、気候変動リスクに対してもレジリエントな農業システムを構築し（SDGs ゴール 13）、南アフリカにおける飢餓の撲滅に寄与すること（SDGs ゴール 2）が期待される。前項で言及した通り、同国で現状飢餓を経験したことのある世帯数は国内全体の 4 分の 1 を占めており、そのリスクは農村地域でより高いものになっている。さらに第 2 章(1)の食糧問題では、今後予測される人口増加率に対し、農業製品の生産量増加率が追いつかず、そのギャップが拡大する旨が懸念事項として挙げられている。飢餓を撲滅するためには特に貧困層において消費割合の高い穀物類の価格の安定化が不可欠であるが、南アフリカでは作物の収量差が年によって激しく、価格も乱高下している。価格安定化には国内の食料自給率を高め、不足分を低コストで輸入することが求められている。しかし、現状国内の農業従事人口は収益性の低さから減少しており、作付面積を増やし、収量の確保を狙うには、収益性を向上への対策が求められている。収益性が低い原因は先述の通り、干ばつなどの気象状況により、収量が大幅に減少すること、更に光熱費や肥料購入費など、高コストであることの 2 点が挙げられる。

尚、特に干ばつ及び生産高の相関関係については概ね、図 37 の通り、非商業用トウモロコシの生産量及び作付面積と降雨量を比較することで説明できる。1986 年以降、降水量が大幅に減少した年 1990 年、1994 年、1999 年、2005 年、2015 年の例を見てみると、翌年、もしくは同年に作付面積と生産量が急減していることが分かる。中には例外的な年（1992 年）があるものの、本傾向は近年特に顕著であり、2014 年以降、降水量と生産量、作付面積の変動は完全に連動しているといっても過言ではない。今後

も干ばつが発生した際に同様の状況に陥ることが考えられ、結果として国内食料自給率のボラティリティを抑えられず、飢餓の撲滅は困難である。国内食料自給率の安定化のためには、南アフリカにおけるトウモロコシ生産に大きな影響を与える気候変動に強靱（レジリエント）な農業技術の導入が喫緊の課題である。

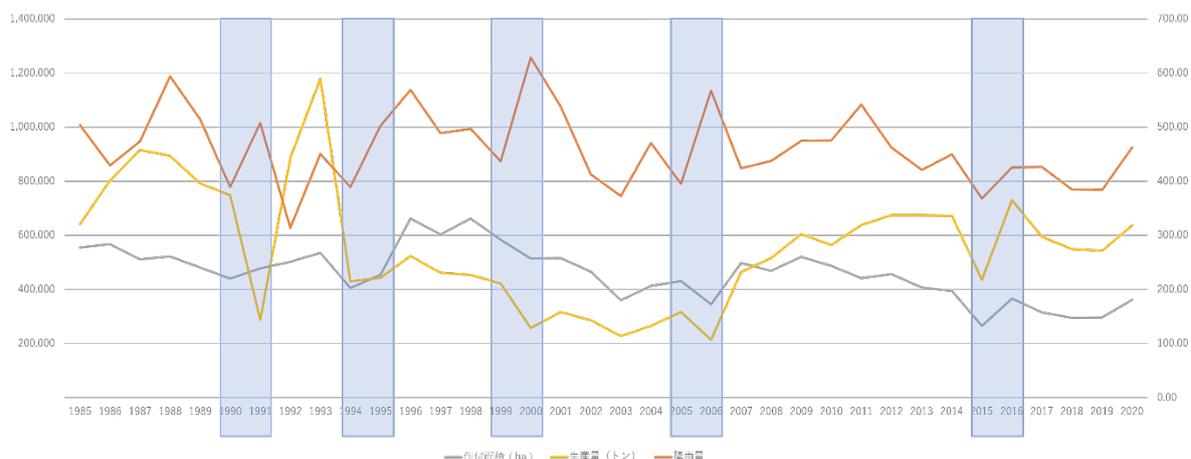


図 37 降水量と非商業用トウモロコシの生産量及び作付面積の年次変化⁵²

2016年は局所的に輸入量が急増した年であるが、もし今後、気候変動影響による収穫量が減少した場合、南アフリカ社会において継続的な食料輸入に依存しなければならない社会構造を生み出しかねないリスクが発生することになる。特に、輸入価格がコンスタントに上昇している中では、国内の販売価格にも影響を与え、トウモロコシの価格は必然的に引き上げられ、この食料供給の構造が貧困層の食糧安全保障を脅かす状況を生み出しかねない。



図 38 トウモロコシの輸入量及び価格変動傾向

今回導入が検討されている RESTEC によるデータ・及びその分析ソリューションの活用は、上記の気

⁵² World Bank, Climate Change Knowledge Portal & SAGIS, Historic Hectares & Production Info

候変動リスク及び農業コストが嵩むという問題の解決に資する可能性が期待される。本サービスで提供されるデータは Agri SA を通じ、小規模農家に対し適切な播種時期、肥料使用量及び収量予測が届けられる。小規模農家にとっては、同分析により、干ばつや洪水が発生し収量が減少すると予測される年には、慣習に則った耕作ではなく、少しでも降水が得られる時期に狙いを定めて播種を行い、種や肥料の量を調節し、収量を最適化することが可能となる。これにより、不作の年は大幅な損失を避けることができる。加えて、洪水などで極端に収量が減少すると予測された場合、一時的に他の経済活動との兼業を選択するなど、家計を維持するための対策を事前に講じておくこともできる。

また、中長期的視点では、Agri SA が本予測を得ることで、気候変動リスクがより高い地域へのインフラ整備の優先度を決定できるほか、国際機関などと協力し、高リスクと判断された地域への代替作物の提案などを行うことで、農家の収益性を高める効率的な施策の実施が可能となる。

更に、飢餓への対策としては、政府が国内におけるトウモロコシの流通量の予測、それに伴う価格の乱降下の食い止め政策のほか、気候変動による災害に見舞われそうな場合、国家予算の調整や、国際的な支援を事前に要請することで、国内の飢餓状態を未然に防ぐことにも繋がる。

特に、上記指標で示した、非商業用トウモロコシは主に消費目的のため自給農家により生産されているが、同農家は金銭的収入が少なく⁵³、干ばつが発生し作物が収穫できなくなることで飢餓リスクが一気に高まる。そのため、上記で示した SDGs ゴール達成のためにはまず、非商用トウモロコシの収量増加を目指す。

同国における本サービスの有効性が証明された暁には、南アフリカ農業省により、特に社会的脆弱層が多い小規模農家に対しデータを提供することで、上記効果が発現するものと考えられる。

(3) 国際機関との連携可能性の検討

第1回渡航（2020年1月）にて、FAO、WFP、NEPAD へ本事業およびサービス概要を説明した。いずれの機関においてもサービス内容について興味を示され、今後の調査進捗を共有することで合意した。特に WFP では現在全球的に食糧に係るマッピングを実施しており、ちょうど本事業の提供サービスで予定している粒度程度のサービスが欲しいとのコメントがあった。また、過去のプロジェクトや同地域でのイニシアチブなどを参考に、今後起こりうる連携について以下に提示する。

分野	国際機関	プロジェクト名	連携可能性
農業（品種改良）	FAO/IAEA	Promoting Mutation Breeding of Vegetables to Improve Rural Livelihoods (2020)	正確な気象データ予測を提供することで、気候変動の影響に対してより強靱な品種の開発につながる。
農業（排水利用）	UNU	Safe Use of Wastewater in Agriculture (2013)（調査、イニシアチブ）	近年、降水量は減少傾向にあるところ、今後排水利用の動きが更に高まる可能性があり、季節によって再生する最適な水の量を気象予測データを基に計算し、エネルギー効率を向上させる。
環境保護	UNEP, AMCEN, ADB,	The African Green Stimulus Programme (AGSP)（イニシアチブ）	新しい枠組みであるため、今後どのようなプロジェクトが発表されるかを注視すべきであるが、枠組

⁵³ Crop Estimates Committee (2004)

	African Union		みの一つである「土地の弱体化、砂漠化、干ばつへの取組」の中で、南アフリカのプロジェクトと協働できる可能性は十分にある。
--	---------------	--	-------------------------------------------------------------

上記の農業や環境分野に加え、衛星技術は防災分野や、イノベーション創出分野でも活用できる可能性がある。現状、コロナ禍により国際機関のリソースが医療方面に集中しているが、徐々に新たな可能性がある他、国際 NGO や地方政府がカウンターパートとなることも十分に考えられる。

(4) ベースライン調査の実施

本件調査に際しては、SDGs ゴール 2（飢餓・栄養）及び 13（気候変動）に関し、関係政府機関および現地事業者と連携をして、100 人規模で、家計支出や生活形態についてインタビューを実施し、指標に対するベースラインデータを収集・分析する予定であった。また、実際にパイロット活動を行い、ベースライン調査で入手した数値とパイロット活動によって得られた事後の数値を AB テスト形式で比較することにより、開発効果を検証する予定であった。しかしながら、新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、現地調査を行うことができないため、公開情報や現地団体等への照会により、調査計画立案当初の想定に近似するデータを調査した。

<ゴール 2 飢餓・栄養>

【ターゲット 2.3】

- ・ SDGs ターゲット内容：2030 年までに、土地、その他の生産資源や、投入財、知識、金融サービス、市場及び高付加価値化や非農業雇用の機会への確実かつ平等なアクセスの確保などを通じて、女性、先住民、家族農家、牧畜民及び漁業者をはじめとする小規模食料生産者の農業生産性及び所得を倍増させる。
- ・ 当初検討した目標：データを活用した農家における農業所得を、利用前と比較し平均 30%増加させる。
- ・ 確認された参考情報：
 - 南アフリカ統計局の「Census of commercial agriculture, 2017⁵⁴」によると、ハウテン州の農家の年間総収入（Income。ここから支出（Expenditure）が引かれる）は 32,244,899 千ランドであり、フリーステート州は 46,863,957 千ランドである。
 - また、2011-2015 年の収量データをもとにした Inter-American Development Bank の研究においては、南アフリカ全体の収量における小規模農家の収量割合は 5%程度とされている。この参考値に基づき、ハウテン州・フリーステート州においても小規模農家の収量・収入の割合は全体の 5%程度と想定する。

【ターゲット 2.4】

- ・ SDGs ターゲット内容：2030 年までに、生産性を向上させ、生産量を増やし、生態系を維持し、気候変動や極端な気象現象、干ばつ、洪水及びその他の災害に対する適応能力を向上させ、漸進的に土地と土壌の質を改善させるような、持続可能な食料生産システムを確保し、強靱（レジリエント）な農業を実践する。
- ・ 当初検討した目標：データを活用した農家における単位面積当たりの収穫量を、国の平均値よりも

⁵⁴ [Report-11-02-012017.pdf \(statssa.gov.za\)](#)

常にプラスとする。

- ・ 確認された参考情報：上述の「Census of commercial agriculture, 2017」によると、ハウテン州におけるトウモロコシの収量 (MT) は 416,719 であり、作付面積 (ha) は 89,504 であるため、単位収穫量は約 4.7 である。同様にフリーステート州の場合、トウモロコシの収量 (MT) は 4,706,888 であり、作付面積 (ha) は 982,032 であるため、単位収穫量は約 4.8 である。

<ゴール 13 気候変動>

【ターゲット 13.1】

- ・ SDGs ターゲット内容：すべての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する。
- ・ 当初検討した目標：気候関連災害や自然災害に対し、データを活用することで悪影響を軽減できる仕組み・制度を南アフリカ共和国で構築する。

<ゴール 1 貧困>

【ターゲット 1.5】

- ・ SDGs ターゲット内容：2030年までに、貧困層や脆弱な状況にある人々の強靱性（レジリエンス）を構築し、気候変動に関連する極端な気象現象やその他の経済、社会、環境的ショックや災害に暴露や脆弱性を軽減する。
- ・ 当初検討した目標：データを活用した零細農家のうち、貧困層に該当する家庭における収入を、利用前と比較し平均 100%増加させる。
- ・ 確認された参考情報：南アフリカ統計局によると、2019年時点で、ひと月の貧困線上限(Monthly upper-bound poverty line)は 1,227 南アフリカランドである⁵⁵。

(5) 開発効果の検証

今回の調査を踏まえ、机上にて、開発効果について検討を行った。上記 6.(4)ベースライン調査の実施でも記載したが、計画立案当初は、SDGs の特にターゲット 2 を意識し、「農業所得の上昇」や「収穫量の向上」といった目標を立てた。一方で、6.(2) 開発効果指標設定と開発効果発現までのシナリオ設定において描いたセオリー・オブ・チェンジのとおり、RESTEC のソリューションは、収量増や収穫ロス減少等、農業における様々な段階に効いてくるものである。そこでまずは下図のとおり、RESTEC のソリューションが農業に関係する所得・支出のどこに効いてくるかということを改めて整理した。

⁵⁵ [NPL 2019 \(P0310.1\) \(statssa.gov.za\)](https://statssa.gov.za)

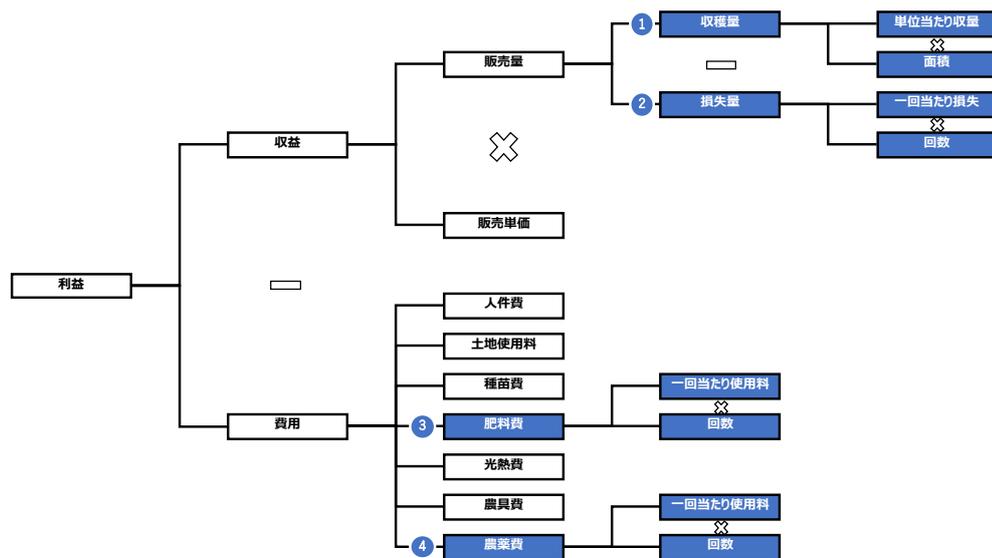


図 39 農家の収支構造に鑑みた開発効果の考え方

上図の内、青く網掛けしてある部分が、特に RESTEC のソリューションが効いてくると思われる費目である。先述の通り、A)単位面積当たりの収穫量、B)農家の世帯あたり所得が、ソリューションが影響を及ぼし得る事項であり、開発効果のベースラインのデータと位置付けられる。その上で、上記 A)・B)の改善に向けてソリューションが具体的に影響を与える因子として、A)については収穫量・損失量が、B)については肥料費・農薬費が、影響を与えるものであると整理した。

① 収穫量の増加

適切なタイミングで播種や施肥が行われることにより、単位当たり面積の収量を増加させることが可能となる。

② 損失量の減少

適切なタイミングでの収穫ができるようになり、気候変動や災害によって、従来発生してきた収量ロスが減少する。

③ 肥料費の減少

適切なタイミングで施肥が行われることにより、肥料の使用量・回数が減少し、肥料代が減少する。

④ 農薬費の減少

適切なタイミングで農薬散布が行われることにより、農薬の使用量・回数が減少し、農薬代が減少する。

ここから具体的な社会的投資収益率を算出するには、具体的に実地でのパイロット活動を行い、平均的な規模の農家の数値を以て上図の各項目を埋めたうえで、利益の増加を対象農家数で乗じ、パイロット活動への投入経費で除することにより、大まかな計算を行うことができる。

ソリューションが開発効果に与える上記の各因子に関する文献データは存在しない為、ベースライン調査を含む開発効果の測定においては、ソリューションをブラッシュアップした上で現地農家と協力して、ソリューション導入前後の比較・実証を行う必要があると結論付けた。

7. 事業計画案の策定

調査結果をもとに、図 6 に示したビジネスモデルを立案し、事業計画案を策定した。

(1) バリューチェーン調査

現在までの現地調査、国内調査を通じ、調達、開発、販売・マーケティングに係るステークホルダーの属性・機能を整理した。(下図を参照)

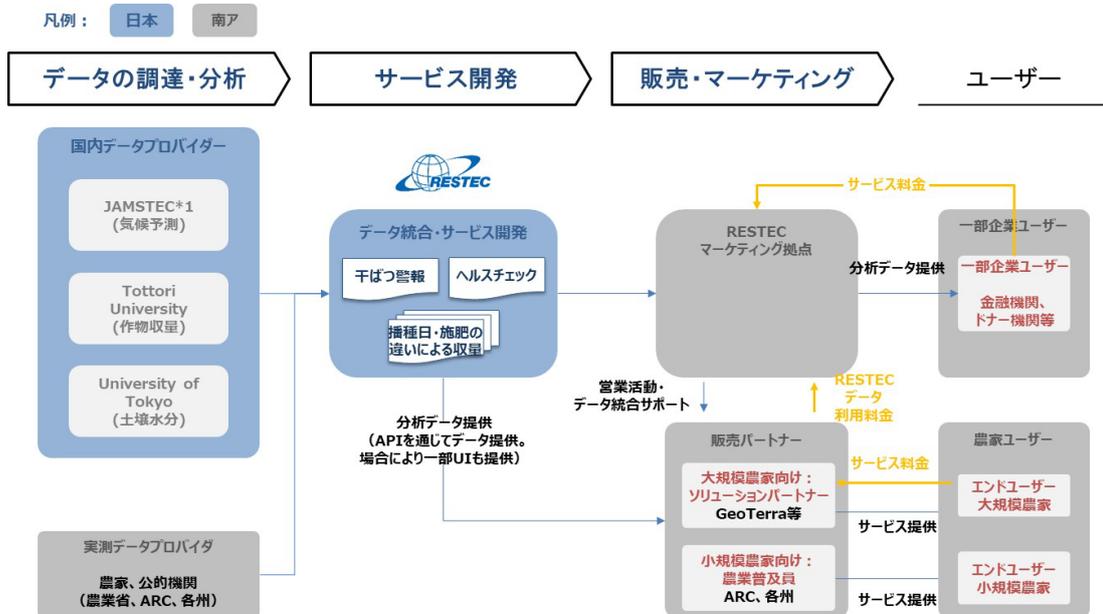


図 40 サービス提供イメージ図 (再掲)

ソリューション構築に使用するインプットは、国内からは JAMSTEC・鳥取大学・東京大学による衛星データを基にしたデータ分析結果を調達し、南アフリカからは現地農場の作物生育状況に関する実績データを取得する。この実績データは、分析モデルを補正する為の役割を果たすものである。(3)以降に詳述するが、ソリューション構築に必要なデータを南アフリカ全域分取得する場合、現状の 100km メッシュだと年間で 200 万円程度のコストがかかる。将来的に空間分解能が向上すると単価が変更される可能性はあるが、メッシュサイズが小さくなれば対象地を絞って購入することができるので、ここではコストを 200 万円と仮定する。

分析したデータを統合し、干ばつ予測・作物のヘルスチェック・最適な播種日/施肥の予測や分析結果に基づく情報・サービスの構築と運用を RESTEC の日本拠点で行う。南アフリカのパートナー企業には、分析データとサービス機能を、API を通じて提供し、パートナー企業のアプリケーションに統合する。南アフリカ国内に置く想定である現地のマーケティング拠点には、パートナー企業・組織、金融機関の獲得と、現地でのサービス運用サポートを行う機能を持たせる想定である。

(2) サービス提供体制(ビジネスモデル)

上記の通り、RESTEC は自社でエンドユーザーを獲得する活動は行わず、ARC 等の現地パートナー組織・企業へのデータ提供とパートナー企業システムと RESTEC ソリューションの接続を通じ、エンドユーザーを獲得することを目指す。その際、南アフリカ国内にソリューションサポート機能を持たせる必要性について述べたが、収益性の観点では、複数の現地パートナー企業・組織等にアプローチし

てエンドユーザーの規模をさせる必要があることから、事業開発・営業機能も現地に置くことが望ましい。

その為南アフリカでの事業運営体制として、事業開発担当、技術担当を採用する必要があると考えられるため、現地法人を設立することを想定する。

また、本事業ではトウモロコシ向け「農業支援情報サービス」の展開を考えているが、より強固な事業基盤を築くため、以下2つの方向での事業強化が必要である。

① トウモロコシ向け「農業支援情報サービス」の深化

今回デモを開発した「農業支援情報サービス」では、100km×100kmメッシュのマクロなデータをベースに収量予測モデルを構築したが、細かな営農管理を求める大規模農家等のエンドユーザー候補にとっては、より空間分解能が高いミクロなデータや、より多様なパラメータに対するニーズが高いことを確認している。メッシュを細かくして収量予測モデルに入れるには追加の研究開発が必要であるため、事業展開に向けてはこの研究開発に関する検討が第一優先事項となる。

② 他の分野への展開

RESTECがデータ加工技術に強みを持っていることから、トウモロコシ向け「農業支援情報サービス」を通して獲得したデータを、他のサービスプロバイダや研究機関等と協業することで、トウモロコシ以外の品種の栽培や周辺国へ拡大することが可能であると考えられる。

(3) 売上計画

南アフリカへの進出とその後の事業展開・社会的インパクト創出を狙うにあたり、日本からの継続的な投資がなくとも持続する、現地事業の売上・利益水準の状態を早期に実現する事を基本方針とする。使用するデータは、衛星データは無償のものを使用するが、収量を予測する基となる季節予測情報は、1メッシュあたり5,000円で販売されている。トウモロコシの播種期(10月~1月)に毎月購入すると、1メッシュあたり年間で20,000円かかる計算となる。南アフリカ全土をカバーするには約150のメッシュが必要だが、トウモロコシの農地がある地域を仮に100メッシュとして、年間200万円程度のコストがかかる。将来的に空間分解能が向上すると単価が変更される可能性はあるが、メッシュサイズが小さくなれば、その分購入範囲を更に絞って購入するので、コストは変わらず200万円とする。

これらの前提を置いた上で、3種の顧客セグメント(大規模農家、小規模農家、銀行など他業界企業)に対する課金体型、及び売上に係る目標を以下の様に定める。

- 大規模農家向け：年毎のサブスクリプション型サービスとして、毎年1万円課金する。1年目は100ユーザー、2年目以降は毎年1,000ユーザーを新規に獲得することを目標数値として定める
 - トウモロコシの大規模農家は南アフリカに9,000世帯あると推計されている⁵⁶。最終的に、全大規模農家世帯の内、30%の大規模農家世帯にサービス提供することを目指し、各世帯で複数名が使用することを想定し、3アカウント分の契約を獲得する想定である。価格については、農家向けの情報提供を、ユーザー毎にカスタマイズして提供する現地企業の課金額が年間で15,000円程度に設定されていることを踏まえ、農家ごとのカスタマイズはしない想定でRESTECサービスにおいては、同水準よりも低価の水準に設定した。

⁵⁶ Inter-American Development Bank (2015)

- また農家ユーザーの獲得に向けては、現地パートナー企業と協働で、ターゲットとなる農家に直接営業をかける形でアプローチをすることを想定している。
- 小規模農家向け：アクセス回数に応じて課金を行う。金額は、アクセスした日毎に 50 円を課金する。利用ユーザー数の目標として、2 年目までに 60 ユーザー、3 年目以降は毎年新規に 100 ユーザーを獲得するものと定め、各ユーザーは平均で年間に 50 回アクセスすることを想定する
 - 小規模のトウモロコシ農家は 100 万世帯あると推計される⁵⁷が、小規模農家のデジタルリテラシーの課題に鑑みて、大規模農家よりもユーザー獲得のペースはなだらかなものになると想定し、ユーザー数目標は上記の通り保守的に見積もっている。また小規模農家向けには、広域メッシュの情報を、農家支援組織を通じて天気予報の様に定期的に情報提供される形態となることを想定し、ユーザーアクセス回数は週に 1 度、即ち年に 50 回程度を見込む。アクセス回数ごとの課金額は、一般的なモバイルアプリの利用料（月額 200-400 円）を超えない様な支払額になる様に設定した。
- その他業界向け：アカウントライセンス毎に毎年 1 万円課金し、3 年目までに 60 アカウント、4 年目以降はその上で毎年 50 の新規アカウント契約を獲得することを、目標とする。
 - 南アフリカ国内では 31 の銀行と 33 の損害保険会社が営業している。7 年間でそれぞれ半数弱の企業をユーザー企業として獲得することを目標として設定した。また、各顧客企業の融資審査担当者や保険会社のリスク審査担当者は 10 名以上在籍しているものと仮定し、各社からは 10 アカウント分の契約を得ることを想定した目標を設定した。

またサービスの構築にかかる費用として、1 年目・2 年目は各年で 200 万円のシステム開発及び収量予測モデル構築費用が発生し、事業で対象とする季節予測データの購入には毎年 200 万円の費用が発生する。なお、収量予測モデルは自動化するため、毎年のランニングコストは発生しない。

(4) 要員計画・人材育成計画

初年度は、①RESTEC によるソリューション・データを利用する初期ユーザーの獲得、②データ/モデル精度の向上、③現地での事業開発・組織開発を担当する人材の獲得を優先的に行う必要がある。また先述の売上計画を達成することも目指し、これらの遂行に必要となる南アフリカ国内の人材の役割・要員数について述べる。

- **現地統括**：現地で事業を開始する際、現地事務所の統括として RESTEC の日本本部から 1 名を 3 年間派遣し、その間に現地で売上目標を達成可能な現地の組織・人材体制を整備する。同期間の後は、現地のカンントリーディレクターとして現地人材を登用し、RESTEC は日本本部からマネジメントを行う。
- **事業開発担当**：現地企業・組織とのパートナーシップ構築、ユーザー獲得を担当。
- **技術担当**：事業開始 2 年目以降の採用を前提とし、ユーザーからのフィードバックや要望の収集に基づくソリューションの改善に加え、ユーザーからソリューション・データの不具合に関する問い合わせが発生した際の対応を担当。

現地事務所は、ソリューション提供パートナーへの営業活動における技術の説明や、ソリューション運用上のトラブルシューティング・問い合わせ対応が十分にできる能力を持つ必要がある。

その為人材を採用するだけでなく、採用した現地人材の育成も行う必要がある。具体的には、日本から派遣する現地事務所の統括が中心となり、衛星データ・季節予測・収量予測等の基礎知識やソリュ

⁵⁷ 同上

ーション運用上の取り扱い等、ソリューションに関連する技術の知識育成を行う必要がある。

(5) 資金調達計画

事業開始・運営に必要な人件費・必要経費は、自己資金を一部使用しつつも、8割の費用を金融機関からの借り入れにより賄う想定である。早期に損益分岐点に到達して事業資金を回収する為には、特に途上国進出・ESG・SDGs に該当する事業資金に対して金利を優遇するローン商品を提供する金融機関から資金を調達することが望ましい。その為、以下の金融機関をはじめとする金融機関より借り入れることを想定である。

- 愛知銀行：あいぎん SDGs・ESG 応援ローン／途上国向け SDGs 事業応援プラン
 - みずほ銀行：SDGs 推進サポートローン
 - 三井住友銀行：サステナビリティ・リンク・ローン
 - かながわ信用金庫：かなしん SDGs スタートローン
- 等

(6) 事業リスク調査

① エンドユーザーの営農活動に利用できる分解能と予測精度の実現可否

前述のとおり、今回想定した「農業支援情報サービス」は、100km×100km メッシュのマクロなデータをベースに収量予測モデルを構築するものであるが、細かな営農管理を求める大規模農家等のエンドユーザー候補にとっては、より空間分解能が高いマイクロなデータや、より多様なパラメータに対するニーズが高いことが確認できた。しかし、メッシュを細かくして収量予測モデルに入れるには相応の研究開発を行う必要がある。

また、気候変動の影響もあり、干ばつだけでなく、例年は見られなかった豪雨による農家への被害が発生している。2010年から2019年の過去データを使った予測では、全体的には良い結果が出ているが、単年では不作や豊作を予測しきれなかった年もある。従って、予測精度を向上させるためには、現地でのサンプリングも含めた地上データを使った検証を実施する必要がある。

② 適切なパートナー企業との連携可否

前述のとおり、南アフリカでは、農業支援サービスに対する需要と市場があり、特に大規模農家向けには既に相当数の競合他社によるソリューションの提供が行われている。それ故に、現地でビジネス実績のない RESTEC が単独で市場に参入することは困難であり、単独で農業省や国際機関に売り込むといったことも考えにくい。そこで競合他社と組み、競合他社のソリューションに付加価値をつける形での市場参入が考えられるところである。それに際しての有望企業として GeoTerra 社を特定しているものの、実際の連携可否については予断されるものではない。

また、小規模農家向けのサービス提供については、ARC をはじめとする農家支援組織を通じたソリューション提供ができなければ、見込ユーザー単価が低い小規模農家に対して1件1件 RESTEC が営業活動を行ってユーザーを獲得することは費用対効果が合わなくなってしまうことから、小規模農家向けの提供に際しても、ARC 等の農家支援組織との提携可否はリスク要因となる。

③ 許認可

一般に、途上国でのビジネスを展開するにあたり、許認可取得にかかる時間や手間はリスクとなりうる。この点、RESTEC のソリューションは、リモートセンシングを活用するものであるが、主として

衛星画像と季節予測の情報を活用するものであり、ドローンの利用は想定されていない。それゆえに、競合他社のようなドローンに使用に伴う飛行操縦認可の取得は想定されない。

(7) 財務分析

(3) の売上計画作成時に設定した目標・想定と (4) の人員計画を基に、収支計画を表 7 の通り作成し、各年の売上・費用・累積キャッシュフローを図 41 のグラフに示している。

表 7 収支計画推移

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目
売上	円	1,125,000	11,450,000	22,000,000	32,750,000	53,500,000	74,250,000	95,000,000
大規模農家向けサービス		1,000,000	11,000,000	21,000,000	31,000,000	51,000,000	71,000,000	91,000,000
サービス加入農家数	人	100	1,100	2,100	3,100	5,100	7,100	9,100
前年からの増加	人		1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000
客単価	円	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
小規模農家向けサービス		25,000	150,000	400,000	650,000	900,000	1,150,000	1,400,000
サービスアクセス回数	回/人	500	3,000	8,000	13,000	18,000	23,000	28,000
前年からの増加人数	人	10	50	100	100	100	100	100
アクセス数/ユーザー	回	50	50	50	50	50	50	50
客単価	円/アクセス	50	50	50	50	50	50	50
その他業界向けサービス		100,000	300,000	600,000	1,100,000	1,600,000	2,100,000	2,600,000
ライセンス加入数	アカウント	10	30	60	110	160	210	260
前年からの増加	アカウント		20	30	50	50	50	50
客単価	円	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
売上原価	円	4,000,000	4,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
データ購入費	円	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
システム開発・収量予測モデル構築費	円	2,000,000	2,000,000	0	0	0	0	0
粗利益	円	-2,875,000	7,450,000	20,000,000	30,750,000	51,500,000	72,250,000	93,000,000
販管費	円	19,680,000	25,975,000	31,870,000	26,190,000	26,190,000	25,790,000	25,390,000
人件費	円	15,490,000	20,980,000	26,470,000	22,770,000	22,770,000	22,770,000	22,770,000
従業員数	人	2	3	4	4	4	4	4
事務所費用	円	810,000	1,215,000	1,620,000	1,620,000	1,620,000	1,620,000	1,620,000
減価償却	円	400,000	800,000	800,000	800,000	800,000	400,000	0
経費その他	円	2,980,000	2,980,000	2,980,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
駐在員用住宅借上料	円	1,980,000	1,980,000	1,980,000	0	0	0	0
営業経費(交通費等含)	円	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
営業利益	円	-22,555,000	-18,525,000	-11,870,000	4,560,000	25,310,000	46,460,000	67,610,000
営業外費用	円	1,151,240	1,069,009	904,546	740,083	575,620	411,157	246,694
支払利息	円	1,151,240	1,069,009	904,546	740,083	575,620	411,157	246,694
利率	%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
税引前利益	円	-23,706,240	-19,594,009	-12,774,546	3,819,917	24,734,380	46,048,843	67,363,306
税金	円	0	0	0	1,069,577	6,925,626	12,893,676	18,861,726
税率	%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%
当期純利益	円	-23,706,240	-19,594,009	-12,774,546	2,750,340	17,808,754	33,155,167	48,501,580
累積キャッシュフロー		-23,706,240	-43,300,249	-56,074,794	-53,324,454	-35,515,700	-2,360,533	46,141,047

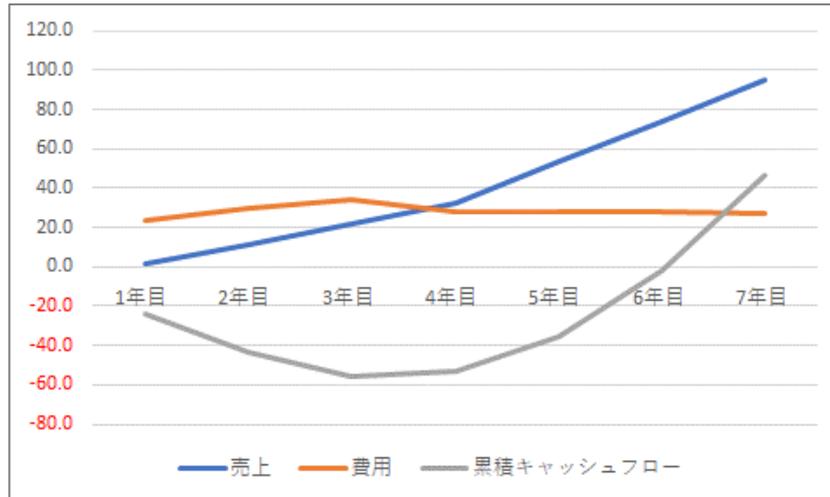


図 41 収支・キャッシュフローの推移グラフ

(8) 事業実施スケジュール策定

今後、現地でのパイロット検証等を経て南アフリカへの事業展開を行う場合には、初年度で分析モデルを完成させた上で、現地パートナー企業が有するソリューションへの最低限のデータ提供・システム接続が可能な態勢を整備する必要がある。その際特に、予測精度、特に空間分解能を現時点のソリューションよりも高める為の研究開発活動を行う必要がある。

また 2 年目以降に本格的に売上・顧客数を拡大させる必要がある為、現地パートナー企業を通じ、エンドユーザーによる RESTEC ソリューションの分析内容・提供価値の認知向上を図る必要がある。人員の面では、2 年目以降のユーザー数増大に合わせてユーザーサポート・システム運営の体制を厚くする必要のあることから、既に記載の通り 2 年目に技術担当者の採用が必要となる。

8. JICA との連携可能性の検討

本事業は、毎年の気象環境を事前に予測して、南アフリカの農家に播種の適期、施肥の適期・適量に関する情報をオンラインで提供し、干ばつを主とする農業災害による農作物生産への影響を最大限抑制することを目指したものである。これは干ばつをはじめとする気候変動による農業への影響が認められる国であればどこであっても直面する課題であるということができ、南アフリカ自体はもちろん、他国展開の潜在性も有している。

(1) 連携事業の必要性検討

我が国の対南アフリカ国別開発協力方針は、重点分野「経済・社会的格差是正に向けた支援」の中で、「小規模農家支援」等を通じた「経済・社会的格差の是正を促進」を掲げているため、大きな視点における本件技術と ODA 案件との連携の政策的意義は認められる。ここでは、具体的スキームとして以下の2件を検討した。

① SHEP

南アフリカは、2014年に3州の行政官が JICA 課題別研修に参加して小規模園芸農民組織強化計画（SHEP：Smallholder Horticulture Empowerment Project、以下「SHEP」と記す）導入に向けたアクションプランを実施したり、南アフリカ農業省が2013年度から毎年 SHEP 国際ワークショップのホスト国として開催運営を担ったりしている等、SHEP 事業に積極的に関与している国である。同国には、2016年から2022年まで、2つのフェーズに渡って、JICA の SHEP 専門家が派遣されている。今後も専門家が派遣されるか否かは未定であるが、もし専門家派遣が継続する場合は、SHEP 関連事業との連携可能性を検討する余地はありえる。

SHEP が対象とするような小規模農家にとっては、「気候変動に強靱な農業」や「市場を志向した高い生産性の農業」を普及していくことが彼らの所得向上の観点から必要であろうし、労働人口の約30%ともされる極めて高い失業率が社会問題化していることも踏まえれば、農業のような伝統的な産業を、今回導入したような ICT の力を活用して再活性化して雇用創出につなげることもまた、南アフリカの経済社会発展にとっては有意義であるといえよう。

ただし、SHEP が対象とするのは小規模園芸農家であるため、今回モデルを検討したトウモロコシだけではなく、小規模園芸作物へのモデルの妥当性については追って検討する必要があると思われる。また、本技術を恒常的に営農に活用していくためには、衛星データを定期的に購入し、システムを開発・保守していく必要がある。そこに要する経費を SHEP の対象となるような小規模農家が単独で工面するのは難しいと思われるため、小規模農家の集まった農業生産者団体と組むことや国・地方の農業局の予算で必要な経費を賄っていくための仕組みが必要になってくることは論を俟たない。

② SATREPS

本調査で明らかになった残課題のうち、予測精度、特に収量を予測する基となる季節予測の空間分解能の向上を達成するためには、JAMSTEC の気候予測モデルが改良される必要がある。これには研究開発要素が含まれるため、SATREPS などの枠組みに申請し、ファンドを獲得する必要がある。RESTEC は、過去に同じテーマ・国で応募した際は、5年で約5億円の規模で提案しており、同様の規模が必要になる。過去の提案では不採択となっていたが、残課題を解決するためには SATREPS が適切なスキームとなる。

(2) 他国展開と JICA 事業との連携

上述のとおり本事業で活用された技術は、毎年の気象環境を事前に予測して、農家に播種の適期、施肥の適期・適量に関する情報をオンラインで提供し、干ばつを主とする農業災害による農作物生産への影響を最大限抑制することを目指したものである。このような先端技術を活用した農業は謂わばスマート・アグリとも呼ばれ、ICT を活用した生産性向上という意味では、南アフリカだけでなく、他国含め、大きな潜在性を有した技術である。

例えば、JICA 経済開発部は、2019 年から 2020 年にかけて「開発途上国におけるスマートフードチェーン (SFC) 開発に係る情報収集・確認調査」を実施し、SFC 関連技術とその適用可能性という観点から、途上国を分類整理した。この中でも、ブラジルやインドのように、既に SFC 関連技術が既に導入され、かつ現地のスタートアップ等が続々と生まれるエコシステムが既に存在する国に新規進出することは容易ではないが、一方でインドネシア、タイ、コロンビアのように「SFC 構築や技術の導入・適用ポテンシャルがあるグループ」や、ケニアやコートジボワールといった DX/SFC 関連政策は未整備または途上であり「要素技術レベルでの DX 取組みから検討していくグループ」については、新規に進出していく余地がありうる。

なお、上記に挙げた国ではないが、株式会社鳥取再資源化研究所が、JICA や JETRO と連携し、モロッコやペルーにおいて、砂漠地における超節水農業を可能とする技術を提供している。現時点で同社とコンタクトをとったわけではないが、RESTEC としては「農業支援情報サービス」のインプットとしての土壌情報の共有、およびエンドユーザーの営農改善ソリューションの 1 つとしての提供等が可能であるため、連携を進めれば、エンドユーザーに対してより効果的な改善効果を提供可能と想定している。例えば、土壌改良剤・改良技術をてこに「モロッコ国乾燥地節水型農業技術普及・実証事業」、「ペルー国乾燥地節水型農業技術普及・実証事業」を実施している株式会社鳥取再資源化研究所と連携することが考えられる。

(3) 連携事業の実施スケジュール策定

現時点で SHEP のスキームで JICA が支援対象とする農家は小規模園芸農家であり RESTEC が対象とするトウモロコシ農家とは異なる点、南アフリカへの JICA からの専門家派遣が未定である点から、現時点では具体的な事業連携は予定しない。

一方で、SATREPS については応募を再検討する価値があり、2022 年度の募集はまだ始まっていないが、仮に応募・採択されれば、2023 年度から事業に取り掛かることが可能である。想定されるスケジュールを図 42 に示す。

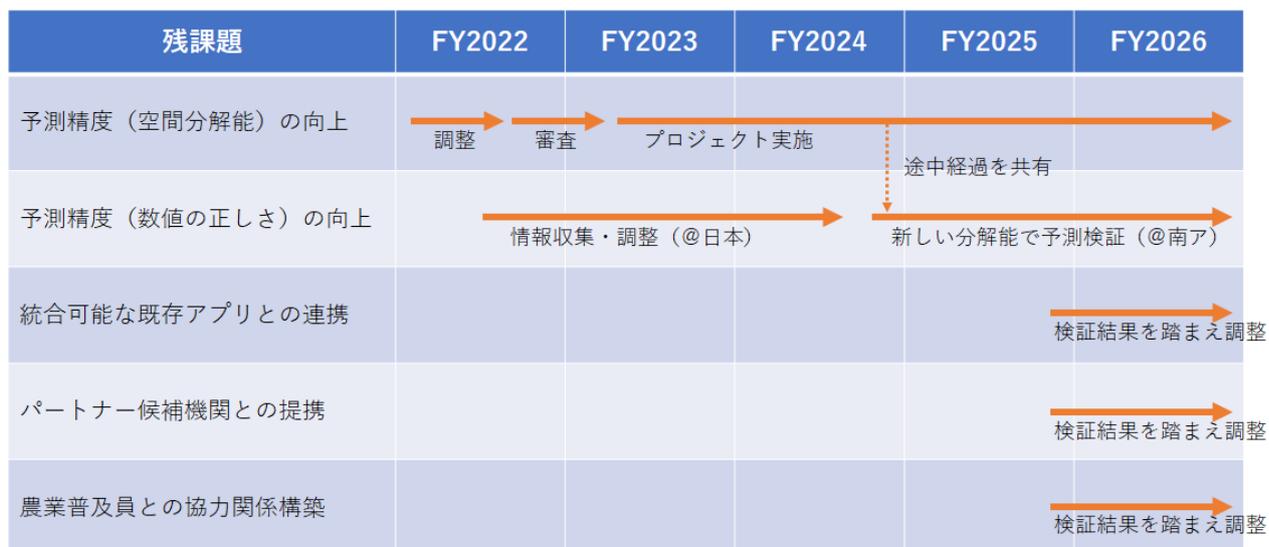


図 42 SATREPS の実施スケジュール（再掲）

（４）連携による効果の予測

上記の通り、SHEP については JICA 事業と直近で連携することは予定しないが、もし JICA が今後トウモロコシ農家を対象とする生計向上、又は農作物の生産性向上に係る技術協力プロジェクト等を行う場合には、現地政府またはプロジェクトを担当するコンサルタントが収量予測・生産量向上の施策を検討する為に、RESTEC のソリューションを使用し得る。SATREPS については、順調にファンドを獲得した場合、気候予測モデルが改良されるので、そのモデルから計算される季節予測情報に合わせて収量予測モデルを改良する。そうすることで、残課題となっていた予測精度の向上を達成することが可能である。



南アフリカ共和国 衛星データを活用した農作物生産性向上のための農業情報サービスビジネス(SDGsビジネス)調査
一般財団法人リモート・センシング技術センター(東京都港区)

2
目標をゼロに


13
気候変動に具体的な対策を


南アフリカの農業分野における開発ニーズ(課題)

- 都市部と農村部における所得格差の拡大
- 干ばつによる農作物収量の減少
- 気象変化に対する高い脆弱性
- 適切な栽培に関する情報の不足

提案製品・技術

- 衛星による観測、気候予測モデルからの季節予測を組み合わせた作物の収量予測情報の提供
- 収量予測情報に基づく最適な播種時期や施肥の量に関する営農支援情報の提供

本事業の内容

- 調査期間: 2019年12月～2022年5月
- 対象国・地域: 南アフリカ共和国ハウテン州及びフリーステイト州
- 案件概要: 南アフリカ共和国における主要作物であるトウモロコシを対象として、農業関係機関や農家に対し、数か月先の収量予測、最適な播種時期や施肥の量、干ばつリスク、作物の成長具合に関する情報を試験的に提供し、その情報の有用性や最適な提供方法について検証する。



開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- トウモロコシを栽培する農家を対象とし、検証を実施した州でスタートし、その後全国へ拡大する。
- 農業省にサービスを販売し、同省を通じて零細農家へ無償でサービスを提供する。
- 大規模農家向けには、個々の農家専用に予測を行うなど、サービス内容を差別化する。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- 干ばつによる農作物への被害を軽減し、単位面積当たりの収量が、平均値よりもプラスとなる(収量や収入が高位安定化する)。
- 干ばつを始めとする気候関連災害に対し、悪影響を軽減できる仕組みが南アフリカ共和国で構築される。

2022年5月現在

別添資料

企業機密情報につき非公表

英文要約 (Summary Report)

Summary Report

Republic of South Africa

Feasibility Survey for SDGs Business on
Dissemination of Agricultural Information
Services to Improve Agricultural
Productivity by Using Satellite-Based Data
in South Africa

May 2022

Japan International Cooperation Agency

Remote Sensing Technology Center of Japan

Table of Contents

1. Outline	2
(1) Overview	2
(2) Background.....	2
(3) Purpose	4
(4) Outline of Business Model	4
(5) Related SDGs Goals	5
2. Survey Plan.....	6
(1) Overall Survey Schedule	6
(2) Contract Period.....	6
(3) Target Area	6
(4) Implementation Framework	7
3. Verification Results	8
(1) Survey Topics	8
(2) Summary of Survey	8
(3) Decision on Business Launch.....	13
(4) Decision Rationale.....	13
(5) Business Model	14
(6) Remaining Issues and Next Actions.....	14
(7) Business Launch Plan.....	15
4. Activities in Detail.....	17
(1) Market survey	17
(2) Investment and business environment survey	18
(3) Verification of data availability and usability with historical data.....	18
(4) Verification of planned service.....	19
(5) Promotion	20
(6) Study of development effects by the project / contributing to the SDGs	22
(7) Business plan development	23
(8) Study of possible collaboration with JICA.....	24

1. Outline

(1) Overview

Topic	Contents
Purpose	To verify the tentative business model of the "agricultural support information service" business targeting maize, the main agricultural crop in South Africa, to fully prepare for the start of full-scale business, and to formulate a plan to generate development effects through the business.
Survey Period	From 24 December 2019 to 31 May 2022 (2 years and 6 months)
Target Area	Gauteng and Free State in South Africa
Business Model	The "Agricultural Support Information Service" is expected to provide yield forecast information such as "how much yield can be expected (several months ahead)" depending on "when to sow" and "how much fertilizer to apply" to individual corn farmers in the target area.
SDGs Goal and Beneficiary	Goal 2 (Target 2.4) Goal 13 (Target 13.1) Beneficiary: Farmers and food consumers in South Africa
Activities	<ul style="list-style-type: none">● Market survey● Investment and business environment survey● Verification of data availability and usability with historical data● Verification of planned service● Promotion● Study of development effects by the project / contributing to the SDGs● Business plan development● Study of possible collaboration with JICA

(2) Background

Development challenges in the Republic of South Africa

The main development issues that form the background of the study are the income disparity between farmers and workers in South Africa's important industries, such as mining and services, and the vulnerability of agriculture in the country due to the instability of agricultural activities caused by severe weather disasters such as floods and droughts.

(a) Income disparity

South Africa is a middle-income country with the largest GDP in Africa, and while economic growth continues, widening income inequality and unemployment have become major social issues. In the country, mining and services are important industries. However, agriculture, forestry, and fisheries account for only 2.2% of GDP (US\$7.69 billion, 2017).

According to Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) statistics, the rural population is large but has declined from 19.7 million in 2000 (44% of the total population) to 19.3 million in 2014 (33% of the total population). Rural areas offer fewer opportunities for higher incomes than urban areas, and the lack of income improvement for agricultural workers may be affecting balanced national economic development.

(b) Agricultural vulnerability due to serious weather disasters

Looking at South Africa's agricultural location environment, the coastal areas facing the Indian Ocean are warm and humid, while the inland areas have a plateau-like topography that is cooler and has a higher percentage of sunny days than other areas at the same latitude. About 80% (968,000 square kilometers) of the country's land area (1,219,000 square kilometers) is classified as agricultural land, but only 13% (125,000 square kilometers) is arable land, and the rest is grassland and grazing land. The main agricultural products are corn (2,688,000 ha), sunflower (599,000 ha), soybean (503,000 ha), and wheat (477,000 ha) in descending order of harvested area, but their yields per unit area have varied widely from year to year, mainly due to weather-related disasters (FAO statistics, 2014). Drought is the most damaging weather disaster in South Africa; for example, it was reported that maize yields were reduced by about 40% due to 32% less rainfall than normal during the farming season 2015-2016. To address these droughts, a weather and vegetation monitoring newsletter is published monthly by the Agricultural Research Council of South Africa (ARC) and distributed to farmers, extension workers, government officials, and others. Although this information is distributed to stakeholders, it is not sufficient to take action. Farmers and extension workers are requesting more detailed information that can be applied to individual farmers, such as the right time for seeding, the right amount and timing of fertilizer application, and measures to secure water supply.

RESTEC's Business Overview and Development in South Africa

The proposed company, Remote Sensing Technology Center of Japan (RESTEC), promotes the use of satellite data in various fields such as forestry, disaster, oceanography, and infrastructure monitoring. The analysis of agro-environmental information by satellite is one of RESTEC's core technologies. For example, the ASEAN Food Security Information System (AFSIS), which is a system that provides information on food security and food security in the ASEAN region, has been

using satellite data from RESTEC to estimate rice yields. The information is used to create a rice crop outlook, which is then provided to interested parties.

RESTEC also supported JICA's capacity-building project on remote sensing in South Africa from 2015 to 2017 including three training sessions on the application of satellite data to the agricultural sector. Besides, RESTEC also learned about the challenges of agriculture in South Africa through this training, especially recognizing the severity of the drought, which could be solved by using RESTEC's technology.

(3) Purpose

The purpose of this study is to verify the tentative business model of the "agricultural support information service" business targeting maize, the main agricultural crop in South Africa, to fully prepare for the start of full-scale business, and to formulate a plan to generate development effects through the business.

(4) Outline of Business Model

The project aims to increase farmers' income and income by selling RESTEC's "Agricultural Support Information Service" directly to corn farmers or selling the service to donor ministries of agriculture or international organizations, as well as by enabling end-user and farmers to adopt more resilient agricultural practices.

The "Agricultural Support Information Service" is expected to provide yield forecast information such as "how much yield can be expected (several months ahead)" depending on "when to sow" and "how much fertilizer to apply" to individual corn farmers in the target area. In addition, by providing seasonal forecasts up to 6 months in advance and a corn health check function using satellite data, it will be possible to mitigate damage to one's own crops caused by drought and disease in the short term and to select appropriate crops adapted to climate change in the medium to long term.

This solution and service have three components: data procurement, analytical system development, and marketing.

① Procurement:

In addition to satellite and seasonal forecast data, the Agricultural Support Information Service utilizes a set of models that use this data set as input, and processes and uses the data obtained from these models.

② Development:

The "Agricultural Support Information Service" to be provided in this project is an optimal

service provision form that can more effectively realize response farming using weather information, which has been advocated in dryland agriculture, using the latest science and technology. It is expected to be provided as a useful and high-value-added solution to South African farmers who are engaged in dryland agriculture with harsh weather conditions. The pillar information provided by the "Agricultural Support Information Service" is yield prediction. Specifically, "when to sow", "how much fertilizer should be applied", and "how much yield can be expected". It is assumed that the above information will be provided to the end-user. Regarding the relationship between fertilizer application and yield, the purpose is not limited to simply maximizing the yield (if the yield is excessive, the price will collapse, the cost ratio of fertilizer, etc. will increase, and the profitability will decrease). It is intended to provide information on the "optimal amount of fertilizer to achieve yield".

In addition, to yield information, it also provides drought alerts inferred from seasonal forecast data and health check information on crop growth through satellite monitoring.

③ Marketing:

The end-users of the "Agricultural Support Information Service" to be provided in this project are assumed to be South African corn farmers. South African corn farmers are categorized into large-scale (commercial) farmers with financial power and small-scale farmers who are micro-enterprises, so we plan to change the sales destination depending on the target end-user.

(5) Related SDGs Goals

Goal 2 (Zero Hunger) Target 2.4

By 2030 ensure sustainable food production systems and implement resilient agricultural practices that increase productivity and production, that help maintain ecosystems, that strengthen capacity for adaptation to climate change, extreme weather, drought, flooding and other disasters, and that progressively improve land and soil quality.

Goal 13 (Climate Action) Target 13.1

Strengthen resilience and adaptive capacity to climate related hazards and natural disasters in all countries.

2. Survey Plan

(1) Overall Survey Schedule

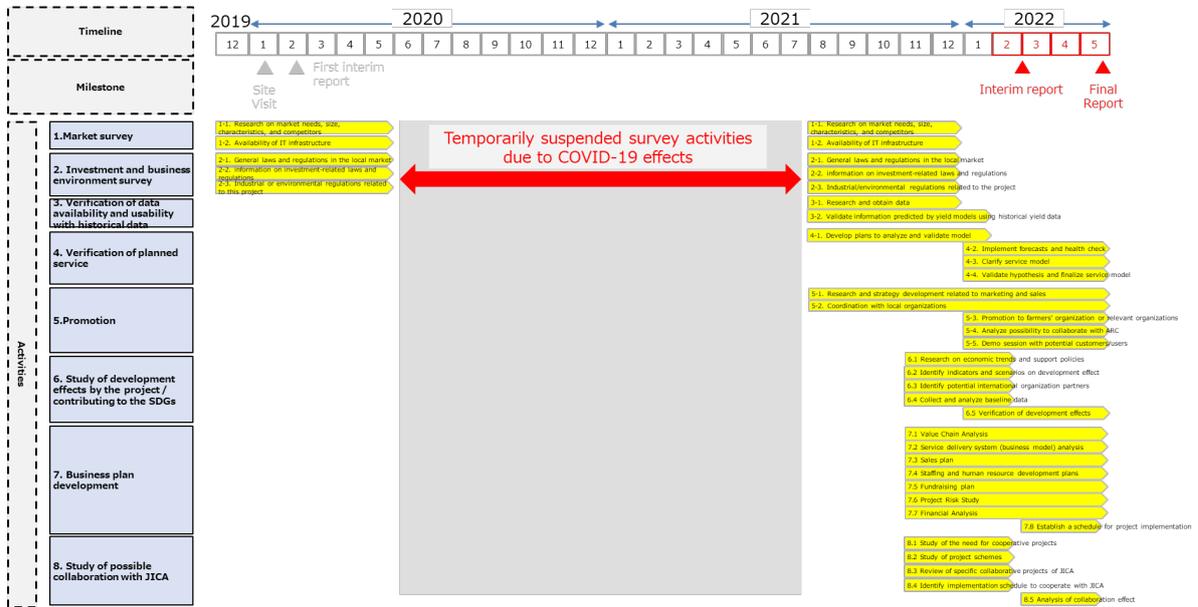


Figure 1 Overall Survey Schedule

(2) Survey Period

From 24 December 2019 to 31 May 2022 (2 years and 6 months).

(3) Target Area



Figure 2 Target Area (Gauteng and Free State)

(4) Implementation Framework

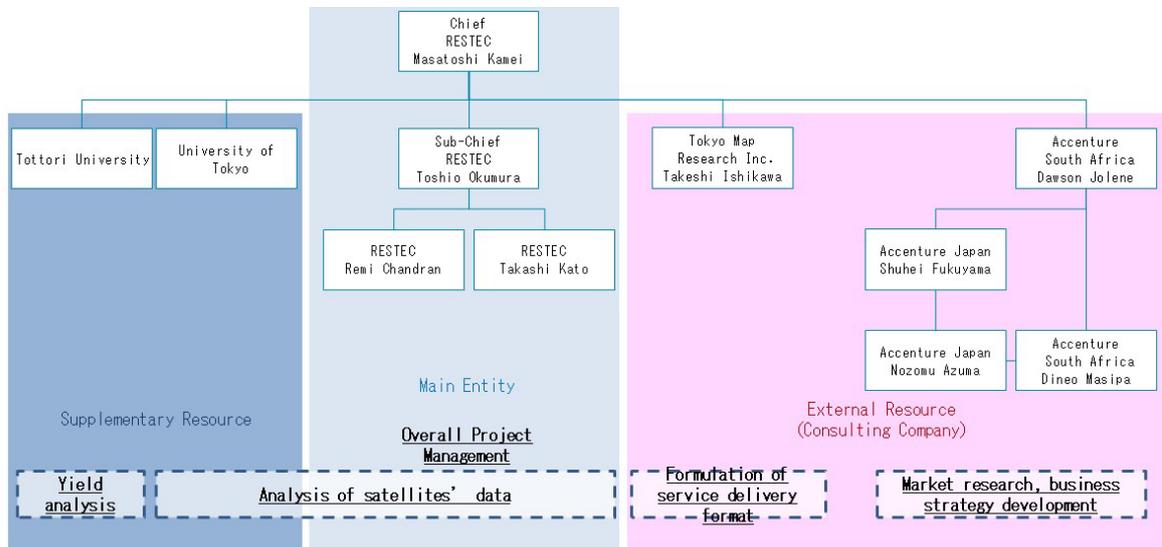


Figure 3 Implementation Framework

3. Verification Results

(1) Survey Topics

- ① Market survey
- ② Investment and business environment survey
- ③ Verification of data availability and usability with historical data
- ④ Verification of planned service
- ⑤ Promotion
- ⑥ Study of development effects by the project / contributing to the SDGs
- ⑦ Business plan development
- ⑧ Study of possible collaboration with JICA

The results of these activities above are described in chapter 4.

(2) Summary of Survey

I. Market Potential for the Solution

As a result of market research, field interview surveys, and financial analysis simulations, we concluded that this business could target two major customer segments, and that there is a market that could generate revenue from corporate users, particularly large farmer users and financial institutions. However, from interviews with local agricultural professionals, it was found that improving the analytical mesh is essential in appealing to value and acquiring customers for the revenue targets.

- Segment 1: Customers with high potential for installation even with current macro data
- Segment 2: Customers with potential for future updated solution

Segment 1 includes small-scale farmers and some international organizations such as WFP. They would not be main targets whom RESETC can get revenue as they expect to obtain the information free of charge.

Segment 2 has needs for other parameters and finer granularity data in addition to the macro data that will be provided in the project. This segment has more significance in revenue for this business, thus it is necessary to analyze data at the granularity that this customer segment requires.

II. Forms of Service Provision

As a result of the research and study, RESTEC concluded that it would be ideal to integrate the solution into existing local solutions (such as Geoterra's) in the South African market as one of the functions when targeting large-scale farmers and corporate users, such as financial institutions.

Among the solutions that RESTEC surveyed, the analysis function for optimal timing and yield of sowing based on climate change forecasts is not available in the existing local solution. This feature could be valuable to farmers and companies. However, since companies that provide information and data analysis services for farmers already exist in the South African market, and these companies have acquired and retained a certain number of large-scale farmers as customers, RESTEC should not approach large farmers on its own, but rather partner with the same group of companies to integrate their solutions and efficiently acquire users.

In terms of the price for users, given that local companies that customize their services for each user charge around 15,000 yen per year, the price for RESTEC services, which are not customized for each farmer, should be set at 10,000 yen per year, which is lower than the same level of price.

For small-scale farmers, the service should be provided through local farmer support organizations, especially by embedding the information in an application for small-scale farmers provided by ARC, or by sending out information regularly via SMS on cell phones. Based on the assumption that the number of user accesses is expected to be once a week, i.e., about 50 times a year, and the price per access is set at 50 yen per day so that the payment amount does not exceed the monthly fee for a typical mobile application (200-400 yen).

III. Feasibility and effectiveness of the technology

There are two types of forecast accuracy: one is the correctness of the forecasted numbers, and the other is the spatial resolution or the area over which the forecast information is provided.

To validate the numerical correctness of the forecast result, we used seasonal prediction data for October-December 2019 to forecast maize yields for two ranges in South Africa and validated them against provincial harvest statistics. The results are as follows.

- Site #1: October forecast 74%, December forecast 71%.
- Site #2: October forecast 67%, December forecast 78%

Regarding spatial resolution, this service provides information for each 100 km x 100 km grid, and there are two types of information provided within this range: yield forecasts and NDVI for health checks.

The feedback from South African agricultural professionals on the demo solution showed that based on a certain correlation in terms of forecast accuracy (correctness of yield forecast), several agricultural professionals and organizations expressed interest in the service. The results showed that there was a correlation in terms of forecasting accuracy (correctness of yield forecast figures), and several farmers and organizations expressed interest in the service, indicating a certain level of effectiveness. However, there were opinions that the test operation for one season was not sufficient, and a Grid with a spatial resolution of 100 km was not sufficient. And as far as interviews were conducted, the information could not be shown to satisfy the expected customers. These are common challenges to both large-scale and small-scale farmers, and a further improvement in accuracy is required for commercialization.

IV. Partnership for the Service

In South Africa, it was found that there are already several companies that provide agricultural support services using digital technology (hereinafter referred to as "existing solution providers agricultural support service providers") and that they are developing their business for large-scale farmers.

Based on this point regarding the approach to large-scale farmers, it was decided that RESTEC would not approach large-scale farmers alone but would take an approach to efficiently acquire users by integrating its solutions in partnership with this group of companies. As a result of discussions with the candidate companies regarding the possibility of collaboration in providing services to large-scale farmers, it was concluded that a partnership during the period of this study would not be possible because the value appeal to large-scale farmers would not be achieved unless the data and the granularity and resolution of the analysis were increased. The next action is to increase the spatial resolution of the solution and the granularity and resolution of the forecasting accuracy.

Regarding the approach for small-scale farmers, we did not find any examples of agricultural support services provided by the private sector, but rather by central government agencies such as the national Department of Agriculture, Forestry and Fisheries (DAFF, hereafter "DAFF"), ARC, and others. However, public services related to agricultural support from central government agencies such as the national Department of Agriculture, Forestry and Fisheries

(DAFF) and ARC, or agricultural bureaus of state governments are generally accessible agricultural support services. However, even with public services, small-scale farmers are not yet at a level where they can read and understand published data and materials on their own and apply them to their farming operations. The Gauteng Provincial Department of Agriculture and Rural Development (Gauteng) According to the results of interviews with the Gauteng Department of Agriculture and Rural Development (GDARD), extension officers in each province provide direct guidance and support to farmers, such as instruction on how to operate equipment in the field. The agricultural extension workers under DAFF, the central government, are in charge of managing agricultural activities, while the agricultural extension workers at ARC, a research institute, are in charge of technical guidance, especially in the introduction of new agricultural equipment and new technologies such as digital smart agriculture. In particular, GDARD has established a good relationship with the ARC agricultural extension agents, and they provide support on a regular basis, about once a month.

In addition, ARC has released an application called R4A (Rain for Africa) in collaboration with HydroLogic from the Netherlands, which can acquire precipitation forecast data, and is providing agricultural support services to farmers using this application.

From this point, when targeting small-scale farmers as end-users in this project, we concluded that in order to have the target farmers use the "agricultural support information service" correctly and efficiently, it is essential to work closely with agricultural extension workers as sales partners providing solutions, when considering future business. In order for the target farmers to use the "agricultural support information service" correctly and efficiently, it was concluded that it is essential to work closely with agricultural extension workers as a sales partner providing solutions when considering future business. Due to the COVID-19 outbreak, we were not able to travel to the field and verify the accuracy of the forecasts in cooperation with local farmers during this study period, so we were not able to establish a partnership with ARC and others. In the future, when considering the provision of services to small farmers, it will be necessary to plan and conduct field verification in cooperation with the ARC.

V. Key Performance Indicator (KPI)

From the activities of this survey, we concluded that RESTEC's solutions are in line with the "hunger and nutrition", "climate change", and (smallholder) "poverty" goals of the SDGs. As contributions to these development goals, the study defined (1) yield per unit area and (2) income per household as the effects that the solutions could affect and baseline data.

As factors influencing (1) and (2) above, as described below, the RESTEC solution is expected to improve (1) the amount of harvest and loss and (2) the cost of fertilizers and pesticides.

- A) Increase in yield: Appropriately, timed seeding and fertilizer application can increase yield per unit area.
- B) Decrease in crop losses: Yield losses will be reduced as a result of properly timed harvesting.
- C) Decrease in fertilizer costs: Appropriately timed fertilizer application reduces the amount and frequency of fertilizer use, resulting in lower fertilizer costs.
- D) Decrease in pesticide costs: Appropriately timed pesticide application reduces the amount and frequency of pesticide use, resulting in lower pesticide costs.

However, as mentioned earlier, due to the COVID-19 pandemic, field surveys and verification of solutions have not been possible, and detailed statistical data on these issues do not exist, so specific targets have not yet been set. Given this situation, it was decided that as a next action to establish specific target development figures, it would be necessary to collect baseline information through field surveys and verify the effectiveness of solution implementation after the COVID-19 pandemic is under control.

VI. Action Plan

We have considered and examined the possibility to develop additional business opportunities that could leverage RESTEC's technology and satisfy the development effects mentioned as A) to D) in V above.

- 1) Expansion to other crops and other countries:

The service is intended for maize in South Africa, but we also had a discussion with farmers and relevant organizations about the possibility of expanding the service to other crops. If yield models for other crops can be developed and verified with the actual yield data, there is a possibility of expanding the service to varieties other than maize and to neighboring countries other than South Africa. How much of development effects A) – D) above could be brought will depend on conditions such as the timing of sowing and whether the crop is grown by adjusting the amount of fertilizer applied.

- 2) Expansion to other countries:

Although the service is targeted at South Africa, we have also received questions about whether it can be expanded to other countries. Although the model for this service was built to suit the weather and cultivation conditions in South Africa, the service can be deployed to other countries as well, as long as the actual yield data is available in those locations. In terms of development effects, A)-D), the effect will be the same as the original

service we have studied in South Africa.

3) Providing to international organizations:

International organizations such as FAO, WFP, and NEPAD have shown interest in this service. Since it was the first face-to-face meeting when we had the initial interviews and discussion, detailed investigation and study have not yet been conducted. However, the service may match the request of international organizations that need to understand a forecast in wider area. However, it will be an initiative that is expected to have indirect effects rather than directly providing development effects A-D. For example, it does not prevent the decrease in the amount of loss (B), but may provide effective information for international organizations to promptly provide assistance in the event of a decrease in yield.

The action plans for (1) and (2) above are described below. Note that (3) was excluded from the action plan because it does not directly fulfill development effects A)-D) and could be a completely different project from this service.

- Launch of this service and achieve good results
- Narrowing down the scope of target crops (target countries)
- Selection of local partners who have knowledge of yield models for the crop
- Selection of local partners who can cultivate the target crop and acquiring actual yield data.
- Survey and selection of solution distribution partners and existing information platforms
- Build a yield model of the target crop (in the target country)
- Verification of forecast results using historical and actual yield data in local, then fine tuning of the model
- Establishment of sales partnership (conclude agreements with local partners and organization, especially in terms of intellectual property)
- Finalize a business plan after concluding partnership

(3) Decision on Business Launch

Based on the results of the survey, it was determined that the launch and expansion of this service would be difficult with the current forecasting accuracy (especially spatial resolution).

(4) Decision Rationale

Goal	Indicator	Result
------	-----------	--------

Goal 1: Yield is expected to be increased by the proposed technology.	Correlation between the estimated yield by the proposed technology and the actual yield per area.	Complete
Goal 2: Effect of yield estimation by the proposed technology is understood properly.	The number of organizations or farmers who understand the proposed technology and have willingness to purchase the service (Questionnaires/hearing will be conducted).	Incomplete
Goal 3: Business model by using the proposed technology is established in South Africa.	The number of Joint venture agreement or reseller contracts with the organizations in South Africa.	Incomplete

(5) Business Model

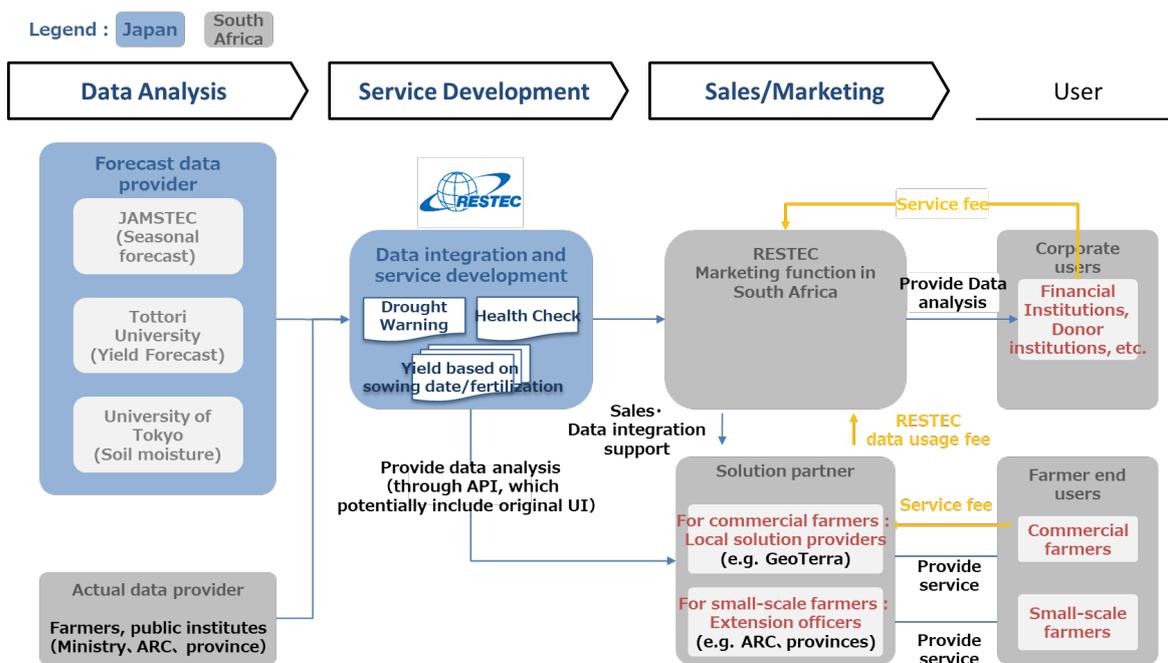


Figure 4 Business Model

(6) Remaining Issues and Next Actions

Table 1 Remaining issues and next actions

Remaining Issues		Expected Actions	Expected Timeline
Accuracy of	Improvement in the spatial	Improvement in JAMSTEC's	After

forecast/data analysis	resolution	climate prediction model to extract seasonal forecast information	lowering the infectious disease risk level
	Improvement in the correctness of the forecasted numbers	Collection of information through field surveys, tuning of the model, and verification of its effectiveness through implementation	Same as above
Service model	Collaboration with existing apps that can integrate this service	Coordination regarding application integration (including handling of intellectual property, etc.)	After the improvement in forecasting accuracy
	Alliance with candidate partner institutions (Including MOU)	Discuss with potential partner organizations after improving the forecasting accuracy.	Same as above
	Establish a cooperative relationship with local extension officers (ARC)	- (Included above)	Same as above

(7) Business Launch Plan

The remaining issues described above should be resolved before launching the business. In order to improve the spatial resolution which is the main issue, improvement in JAMSTEC's climate prediction model to extract seasonal forecast information will be necessary. This challenge contains research and development factors which needs the fund from the framework such as SATREPS. The expected schedule to apply to SATREPS and launch the business is described in Figure 5.

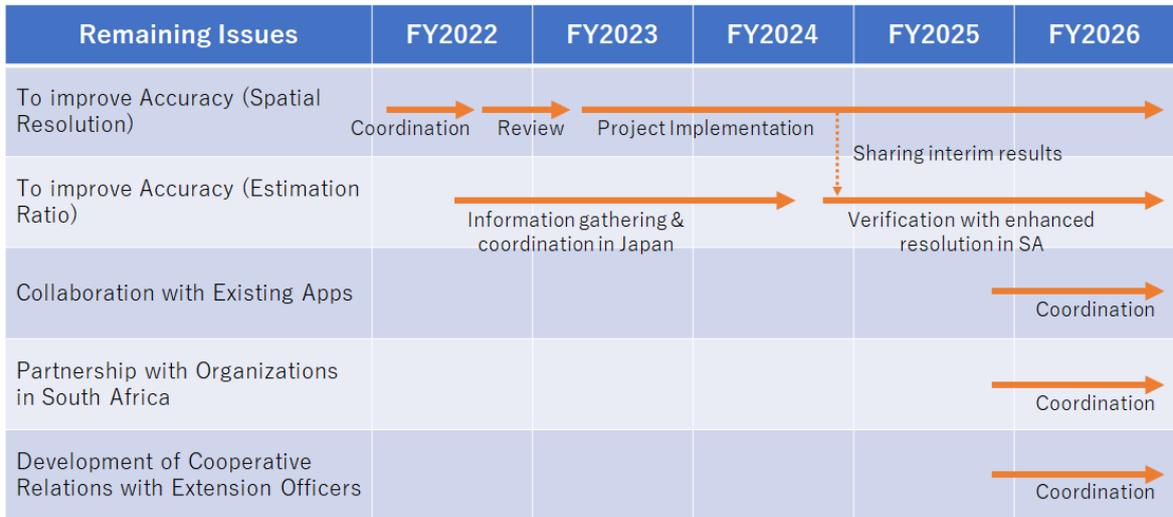


Figure 5 Schedule to Business Launch

4. Activities in Detail

(1) Market survey

1-1 Research on market needs, size, characteristics, and competitors:

- Through the literature review and interview survey, the existence of two major customer segments for "Agricultural Support Information Services" was confirmed.
- The existence of companies that provide agricultural support services using remote sensing technology, mainly for large-scale farmers, and the potential for climate change prediction technology to be a differentiating factor, were confirmed.
- The size of the market was estimated in two patterns: (1) dissemination to farmers through public institutions such as governments, and (2) dissemination to financial institutions (banks and insurance companies) that are involved in the agricultural sector. The market size of (1) is estimated to be 440 million South African Rand in total, and (2) 5.5 billion South African Rand at present.
- The market size was identified through a literature review, and it was confirmed that there is currently a market for IT solutions using remote sensing technology in the agricultural and financial sectors, which were identified as the target business sectors.

1-2 Availability of IT infrastructure: Confirmation of the availability of IT infrastructure such as satellite data, and the availability of ARC extension staff who can train potential end-users such as smallholder farmers who have not received sufficient training.

- Conducted a literature review and interview survey on the status of electricity and telecommunications infrastructure, which were considered relevant to the development of the business model for this project.
- ARC is providing support to small-scale farmers using smartphone apps, etc., and simple data transfer is possible.
- It was confirmed that the minimum necessary infrastructure environment exists, as the possibility of electricity supply stabilization is increasing due to the participation of private companies, and cellular phone and telecommunication infrastructure is spreading to rural areas.

The survey also confirmed that water infrastructure is a growing need for agricultural solutions that can respond to climate change, as the effects of flood damage are occurring and becoming problematic in the agricultural sector as well.

(2) Investment and business environment survey

2-1 Research on general laws and regulations related to the implementation of business in the local market:

- Conducted a literature review and interview survey on the domestic market surrounding this project regarding the political and economic situation, legal system, and regulations.
- It was confirmed that, in South Africa, President Ramaphosa's leadership is focusing on the development of the agricultural sector, despite the country's many problems related to agriculture, such as the dual economy, high unemployment, increasing demand for food, and trade risks in agricultural products.
- Based on the above, this solution, which contributes to increasing farmers' productivity, is also in line with the policy intentions of the South African government.

2-2 Information on investment-related laws and regulations:

- Conducted a literature review and interview survey on investment-related laws, permits, preferential measures, and investment costs in the domestic market surrounding this project.
- At this point, there are no investment-related laws, regulations, or licenses related to the business model and services envisioned at this time.
- The Master Plan for the agricultural sector, which is being discussed and finalized by the South African government as of 2022, was researched and the policy and priority investment areas for the agricultural sector was also verified confirming that there are no obstacles to the implementation of this project.

2-3 Industrial/environmental regulations related to the project:

- Conducted literature review and interview survey on industrial and environmental regulations in the domestic market surrounding this project
- Confirmed that there are no regulations that would be an obstacle to the development of the business model and service content envisioned at this time

(3) Verification of data availability and usability with historical data

3-1 Research and obtain data: obtain specifications and terms of use for data on seasonal forecasts, soil moisture, and yield for use in historical data validation

- Climate projection data from 2009 to 2019 were obtained for the two grids covering Gauteng

3-2 Validate information predicted by yield models using historical yield data:

- Using the data from 3-1 above and the yield prediction model, corn yields were predicted and compared with actual measurements for verification.
- Although the forecast results were generally correct, there were some years when discrepancies occurred, and the issues with the current analytical model and actions needed to improve it are summarized.

(4) Verification of planned service

4-1 Develop plans to analyze and validate model:

- Statistical information (actual measurements) for 2020 was obtained to perform the analysis.
- Forecast data as of October, November, and December 2019 were obtained as data for month-by-month seasonal forecasts starting in 2019.

4-2 Implement forecasts and health check:

- Seasonal forecast data for October, November, and December 2019 were used to predict corn yields and validated against actual measurements.
- NDVI from the Climate Change Observation Satellite "Shikisai" (GCOM-C) was extracted and graphed with 7-day averages to demonstrate the health check model.

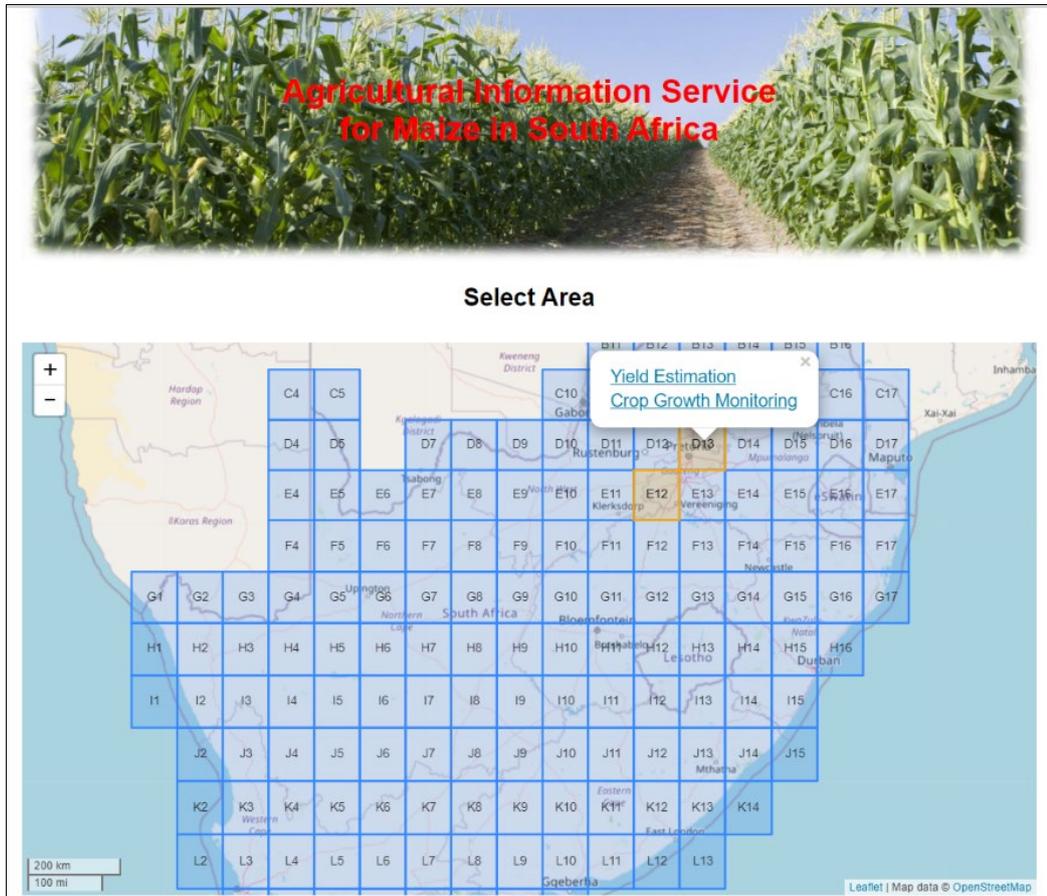
4-3 Clarify service model:

- Based on local information, a draft version was created in Japanese on how to effectively present information in South Africa.
- Created a screen for demonstration using the actual predicted results to define the granularity of information when displaying and providing the analysis results to the user.

4-4 Validate hypothesis and finalize service model:

- Online interviews were conducted with agricultural stakeholders and potential partner organizations to confirm that the services RESTEC is considering would be useful to South African agriculture.
- The user interface for the demo screen was updated to reflect the feedback on providing information in a form that integrates with web services and other services already provided by other organizations, and to reflect the opinion that intuitive and simple expressions that are easy to understand even for farmers with low digital and data literacy are preferable.
- On the other hand, after confirming the point that only analysis and data more detailed than the current mesh can lead to user acquisition, especially for large farmers, the activities

necessary to improve the solution to the level required by large farmers were organized.



(5) Promotion

5-1 Research and strategy development related to marketing and sales:

- Listed competitors and conducted research on specific service offerings
- Interviews with farmers, donor agencies, and farmer support organizations confirmed the specific needs of farmers and the need to identify existing solution providers for large farmers and for local farmer support organizations (ABSA, SAGRA, etc.) to be partners in providing solutions for small farmers.

5-2 Coordination with local organizations:

- Soundings with local organizations revealed that agricultural banks and farmer support organizations are more effective sales partners than existing agricultural support service providers, which was one of the hypotheses initially considered.
- On the other hand, it became clear that it is necessary to clarify and agree on specific incentives (how much profit opportunity the partner company will receive) when forming

alliances with farmers and partner organizations in order to develop farmers.

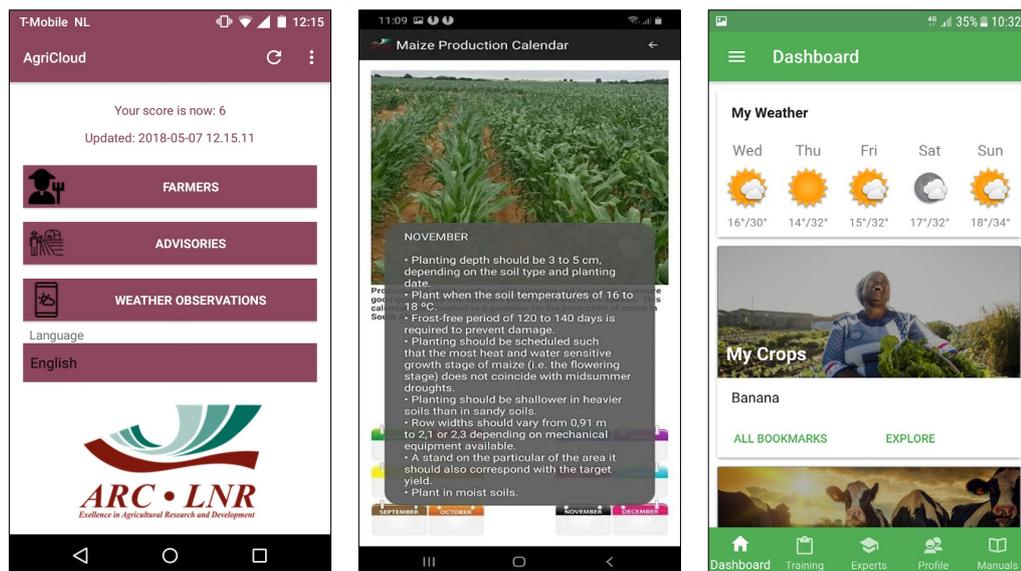
- For future consideration, the next action was to discuss the possibility of partnership through specific discussions with each company, based on the assumption that the accuracy of the solution has been improved.

5-3 Promotion to farmers' organization or relevant organizations:

- Since the COVID-19 epidemic has prevented travel to the region, and there was a significant risk that the local exhibition itself would not be held, the focus shifted to acquiring farmers through farmer support organizations, etc., instead of conducting promotional activities at the exhibition and conducting online demos and feedback sessions for these organizations

5-4 Analyze possibility to collaborate with ARC:

- Various applications provided by ARC were surveyed to identify potential collaborations and their current functionality.



- The current functionality does not cover the information analyzed and presented in the RESTEC solution, confirming the possibility of integrating the data analysis results and its UI into the current application to provide the service.

5-5 Demo session with potential customers/users:

- Through Agbiz (Alliance of Commercial Farmers), which we had discussed during our previous trip, we identified ABSA (Agricultural Bank) as a company/organization with potential business interests among its member companies. Meetings were set up and conducted with AGBIZ and ABSA.

- Accenture South Africa also conducted meetings with SAGRA, a farmer support organization, through the Accenture South Africa office to explain the solution concept to individual entrepreneurs who support farmers.
- Feedback received during each presentation was that the value of the solution was recognized and interest was generated, but that challenges needed to be overcome for actual implementation.
- In particular, the spatial resolution (mesh size) of the solution, the way of providing information and UI need to be improved.

(6) Study of development effects by the project / contributing to the SDGs

6-1 Research on economic trends and support policies:

- A literature review and interview survey revealed that there is a growing need for technologies and services that contribute to resilient agricultural practices in the country due to food security risks (e.g., hunger) and the recent increase in the impact of climate change and disasters, particularly drought.
- It is concluded that providing solutions to large farmers, who are particularly important for generating income, is in line with the "hunger and nutrition" and "climate change" targets of the SDGs, while providing solutions to small farmers is in line with the "poverty" target.

6-2 Identify indicators and scenarios on development effect:

- Created scenario and logic models to generate development effects as well as researched relevant economic and social trend data.

6-3 Identify potential international organization partners:

- During a trip to the South Africa in January 2020, we explained the project and its services to FAO, WFP, and NEPAD, and obtained their interest in the project.
- Evaluated the potential for collaboration after researching past projects and initiatives in the region by relevant international organizations.

6-4 Collect and analyze baseline data:

- Collected and organized local statistical data related to the development effectiveness indicators established in 6-2. In particular, (1) yield per unit area and (2) income per household were defined as matters that the solution could affect and were baseline data.
- Factors affecting (1) and (2) above were assumed to be yield and loss for (1) and fertilizer and pesticide costs for (2).

6-5 Verification of development effects:

- Defined the concept of calculating the expected development impact based on the number of farmers that could be reached with this solution.
- Since there is no literature data on the measurement of factors that affect the development effect of the solution, we concluded that it is necessary to brush up the solution in the future and conduct a comparison and demonstration before and after the introduction of the solution in cooperation with local farmers.

(7) Business plan development

7-1 Value Chain Analysis:

- Listed stakeholders for procurement, development, and sales and marketing
- Based on the needs and assumed forms of collaboration of each stakeholder, the method of obtaining the data and other information that will serve as the basis for providing this service, the conditions of use, and costs were clarified and used as input for the financial analysis, which was completed.

7-2 Service delivery system (business model) analysis:

- Developed business model hypotheses and drafted operating cost and revenue allocation assumptions, which were used as inputs for financial analysis

7-3 Sales plan:

- Sales plan (scenario model) goals were set and reflected in the report.
- Since it is expected that it will take time for small-scale farmers to become widespread users and to acquire sales due to digital literacy issues, we also set a target that the majority of sales will come from large-scale farmers and financial institution users.

7-4 Staffing and human resource development plans:

- Developed a local personnel plan necessary to realize the sales plan
- We concluded that RESTEC would need to establish a local personnel structure to acquire local partners and users for full-scale deployment , and defined the necessary human resource requirements..

7-5 Fundraising plan:

- Researched financial institutions with loan products that could be used when external

financing is deemed necessary.

7-6 Project Risk Study:

- Identified risk factors that should be specifically addressed as business risks and prepared and summarized possible countermeasures against the risk factors.

7-7 Financial Analysis:

- Conducted and compiled income/expense plan, business cash flow, and profitability analysis.
- In the current simulation, we concluded that sales would exceed the single-year break-even point in the fourth year and that cumulative cash flow would be positive in the seventh year.

7-8 Establish a schedule for project implementation:

- A Milestone schedule for actual operation of the project, especially in terms of staffing was developed.

(8) Study of possible collaboration with JICA

8-1 Study of the need for cooperative projects:

- Obtained information from the JICA South Africa office on projects currently being implemented in South Africa.
- We discussed the affinity with the above projects and the ripple effects of collaboration, and again discussed the necessity of collaborative projects with the JICA South Africa Office and concluded that there are no projects that could be linked at this time.

8-2 Study of project schemes (financial cooperation, technical cooperation, Japan Overseas Cooperation Volunteers, etc.):

- Inquiries to the South African office confirmed that there are no specific projects that could be planned at this time that could be specifically linked to the project.

8-3 Review of specific collaborative projects of JICA:

- Concluded that no specific project collaboration is planned at this time because the farmer segment targeted for support by JICA under the SHEP and other schemes is different from the segment targeted by RESTEC, and the dispatch of experts from JICA to South Africa is yet to be determined.

8-4 Identify implementation schedule for cooperation with JICA:

- We confirmed with the South Africa office that the farmers currently targeted for JICA support are small horticultural farmers, which is different from the maize farmers targeted by RESTEC, and that the dispatch of experts from JICA to South Africa has not yet been decided.

8-5 Analysis of collaboration effect:

- Although there are no immediate projects to collaborate, we concluded that there could be collaboration with JICA South Africa Office or technical cooperation consultants when they conduct projects targeting maize farmers in the future.



Feasibility Survey for SDGs Business on Dissemination of Agricultural Information Services to Improve Agricultural Productivity by Using Satellite-Based Data in South Africa

Remote Sensing Technology Center of Japan (Minato-ku, Tokyo)



Development Issues Concerning the Agricultural Sector

- Increasing income inequality in urban & rural areas
- Drought reduces crop yield
- High vulnerability to weather change
- Lack of information on proper cultivation practices

Products/Technologies of the Company

- Dissemination of crop yield estimation information by combining satellite observations and seasonal predictions by climate prediction models.
- Providing farming support and information on optimal sowing time and fertilizer amount based on the crop yield estimation information.

Survey Outline

- Survey Period : December, 2019 – May, 2022
- Country/Area: Republic of South Africa, Gauteng state and Free state
- Survey Overview: Information on yield estimation; optimal sowing times and fertilizer amount; drought risks; and crop growth; will be provided for agricultural organizations and farmers on a trial basis, targeting maize, a major crop in South Africa. Then, the usefulness of the information and the best way to provide it will be reviewed.



How to Approach to the Development Issues

- Targeting maize farmers - start in the states where the verification took place, and then expand nationwide.
- The services will be delivered to the Ministry of Agriculture and small farmers will receive the information free of charge through the Ministry.
- For large-scale farmers, the service content will be differentiated, such as making predictions for individual farmers.

Expected Impact in the Country

- Damage to crop due to drought will be reduced and yields per unit area will be higher than average (yields and income will be stabilized at higher levels).
- A mechanism will be established in South Africa to mitigate the adverse effects of drought and other climate-related disasters.

As of May, 2022