

ルワンダ国

**ルワンダ国  
次世代型モビリティ（ドローン）を活用  
した高付加価値農作物輸出促進のための  
普及・実証・ビジネス化事業  
業務完了報告書**

2021年11月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

トヨタ自動車株式会社  
楽天グループ株式会社

公開版
JR
21-035

<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 及び提案法人は、いかなる責任も負いかねます。

写真



第2回 農場実証の様子



第2回 農場トレーニングの様子



第2回 バラ農園訪問の様子



第2回 農場バラ農園での営農管理の視察



第3回 農園実証後に日本にデータを共有



現地に合わせて改良されたローバー機体



第4回 ヒアリング調査の様子



第4回 農園訪問（フレンチビーンズ）



第6回 農業協同組合訪問の様子



第7回 キガリ空港警察倉庫にて機体の受け取り



第8回 リンドウを積んだドローン機体



第8回 ドローン飛行実証の様子

# 目次

略語一覧	iii
要約	iv
案件概要図	vii
<b>第1章 本 JICA 事業の概要</b>	<b>1</b>
(1) 本事業実施の背景	1
(2) 本事業の達成目標	1
(3) 本事業の実施体制	1
(4) 本事業の実施内容及び結果	2
(5) ビジネス展開の見込みと根拠	6
<b>第2章 本ビジネスの概要</b>	<b>7</b>
(1) <b>ビジネスモデルの全体像</b>	<b>7</b>
① 現時点で想定されるビジネスモデルの全体像	7
② 本ビジネスに用いられる製品・技術・ノウハウ等の概要	8
③ 上記①の国内外の導入、販売実績（販売開始年、販売数量、売上、シェア等）	9
(2) <b>ターゲットとする市場・顧客</b>	<b>9</b>
① ターゲットとする市場の概況	9
② 本ビジネスに対する現地ニーズ	9
③ 本ビジネスの対象とする顧客層とその購買力	10
④ 必要なインフラの整備状況	12
⑤ 競合する企業/製品/サービス等の状況	12
(3) <b>現時点で想定する実施体制</b>	<b>13</b>
① バリューチェーン計画	13
② 本ビジネスの実施体制	13
(4) <b>想定されるリスクとその対応策</b>	<b>13</b>
① 許認可等取得の必要性	13
② 許認可以外のリスク対策	14
③ 環境・社会・文化・慣習面（ジェンダー、カースト、宗教、マイノリティ等社会的弱者）のリスク対策、配慮	14
(5) <b>現時点で想定する事業計画</b>	<b>15</b>
① 収支計画	15
② 収支計画の根拠およびビジネス展開のスケジュール	15
③ 初期投資額及び投資回収見込時期	15
④ 資金調達手段の見込み	15
(6) <b>本ビジネスの提案法人における位置づけ</b>	<b>15</b>
① 本ビジネスの経営戦略上における位置づけ	15
② 既存のコアビジネスと本ビジネスの関連（活かせる強み等）	16

③ 本ビジネスの社内での検討状況 .....	16
(7) 本 JICA 事業終了後のビジネス展開方針 .....	16
<b>第 3 章 SDGs 達成への貢献可能性 .....</b>	<b>17</b>
(1) 対象国・地域における課題.....	17
(2) 本ビジネスを通じた SDGs 達成への貢献可能性.....	18
① 貢献を目指す SDGs のゴール・ターゲット.....	18
② SDGs への貢献可能性 .....	18
③ 波及効果 .....	19
(3) JICA 事業との連携可能性 .....	19

別添 1 活動詳細

別添 2 工程表

## 略語一覧

略語	英語	日本語
AI	Artificial Intelligence	人工知能
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GDPR	General Data Protection Regulation	EU 一般データ保護規則
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球測位衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
ICT	Information and Communications Technology	情報通信技術
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
NAEB	National Agricultural Export Development Board	国家農業輸出振興機構
RCAA	Rwanda Civil Aviation Authority	ルワンダ民間航空局
RWF	Rwandan Franc	ルワンダ・フラン(通貨)
RYAF	Rwanda Youth in Agribusiness Forum	ルワンダ青年農業フォーラム
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
UAS	Unmanned Aircraft Systems	無人航空機システム
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機
UTM	UAV Traffic Management	空中航空管理システム
USD	United States Dollar	米ドル(通貨)

## 要約

1. 案件名	次世代型モビリティ(ドローン)を活用した高付加価値農作物輸出促進のための普及・実証・ビジネス化事業 SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for Increasing Added Value for Agriculture Utilizing Drones
2. 対象国／地域	ルワンダ国キガリ州
3. ビジネスの概要	ドローンを活用した営農指導サービスのルワンダでの展開を目指す。地走ドローンで撮影した画像を、画像解析技術を用いて分析し、従来の目視による営農指導よりもより質の高い営農指導を提供することにより、ルワンダの農業の質および生産量の向上に寄与する。また、農作物輸出の阻害要因となっている農場から幹線道路へのアクセスの課題に対し、ドローン物流の参入余地について検討を行う。
4. 普及を目指す機材・システム等 (該当する場合のみ)	機材の普及ではなく、飛行型ドローンを用いた農作物流通サービスを農場と主要幹線道路間で構築することで、農作物を輸出しやすい環境を整える (A.ドローン物流事業)と同時に、カメラを設置したローバードローン(地上走行型ドローン)を活用して農作物のセンシングを行い、解析情報(生育情報や環境情報)をもとに農作業計画や出荷計画において農家のサポートを行う事業(B.営農・出荷管理サービス)の普及を目指す。
5. 相手国実施機関 (該当する場合のみ)	該当なし
6. 本事業実施期間	2019年7月～2022年3月(33ヶ月)
7. 本事業の達成目標及び結果	<p>a-1) ドローン事業に関する許認可や規制が確認され、将来的なビジネス拡大に向けた許認可に関する協議をルワンダ政府と始める。 ⇒実証用に現地での飛行許認可を取得し、ルワンダ政府の許認可制度と規制を確認することができた。しかし、長期的な運用に際しては日本とルワンダ両国の異なる制度の調和が課題となる。</p> <p>a-2) 高付加価値農作物輸出市場における市場及び顧客ニーズが確認され、競合企業の動向が明らかになる。 ⇒潜在的な市場は確認できたが、コストを上回るメリットを作物毎に顧客に提示できるかが事業のポイントとなってくる。</p> <p>a-3) 仕入れ先、販売先や現地パートナー企業も含め、バリューチェーン上の主要アクターが精査され、リストアップされる。 ⇒B.営農・出荷管理サービスにおいては有力な現地パートナーが見つかった。また直接的な顧客である農家だけでなく、より購買力のある顧客候補として農業保険会社を洗い出した。</p>



	<p>b-4) ローカル人材へのドローン運用法の技術移転法が構築され、実際にローカル人材のみでオペレーションができるようになる。</p> <p>⇒B. 営農・出荷管理サービスのデータ取得～送信に関しては現地傭人のみのオペレーションが確認できた。しかし、今回の現地傭人以外の一般的なルワンダ人でもオペレーションが可能かについては未検証である。</p> <p>c-5) ルワンダの環境下での物流ドローンの技術検証（連続稼働）が行われ、現地オペレーション用の技術仕様が提示される。</p> <p>⇒技術的には問題がないことが確認できた。</p> <p>c-6) ルワンダの環境下での地上走行型ドローンによるデータ収集の技術検証（連続稼働）が行われ、現地オペレーション用の技術仕様が提示される。</p> <p>⇒現地土壌の粘性に合わせたドローンの改良は完了。今回は花卉の背丈のデータ解析に絞った実証を行ったが、その他の解析要件を取り入れるには追加実証が必要となる。</p> <p>c-7) 本実証実験結果を踏まえ、対象地域におけるドローンを活用した高付加価値農作物輸出促進モデルの経済効果及び開発効果が検討される。</p> <p>⇒本実証は初回であったということもあり、比較の実証に容易な川沿いの平地にある花卉農園にて実施。その他の作物やルワンダ特有の傾斜地においては更なる課題および開発効果があることが予想される。</p> <p>d-8) 本事業終了後のビジネスモデル及び事業計画・方針が策定される。</p> <p>⇒A. ドローン物流事業は短期的にはコスト高となり、短期的な導入は現実的ではない。B. 営農・出荷管理サービスはリンドウ以外の作物にも応用可能だが、追加開発が必要となる。現地ベンチャーなど現地の知見をより広く集め、現地主体の事業化をサポートしていきたい。</p>
<p>8. ビジネス展開の見込みと根拠</p>	<p>A. ドローン物流事業においては、現状のドローンの価格水準では当該サービスを導入することの経済的優位性が乏しく、短期的な事業化は難しいと判断した。B. 営農・出荷管理サービスについては、ルワンダ政府の農作物の高品質および収量向上による外貨獲得の推進という方針にも合致し、現地ニーズがあり技術的優位性も高いことが示唆されたため、B. 営農・出荷管理サービス単体の実施については、事業化が可能であると判断した。</p>
<p>9. 実現を目指すビジネスモデル</p>	<p>ドローンを用いて作物の画像を取得し、画像解析技術による分析データを用いた B. 営農・出荷管理サービス</p>
<p>10. 貢献を目指す SDGs のゴール・ターゲット</p>	<p>9.a: アフリカ諸国、後発開発途上国、内陸開発途上国及び小島嶼開発途上国への金融・テクノロジー・技術の支援強化を通じて、開発途上国における持続可能かつ強靱（レジリエント）なインフラ開発を促進する。</p>

	10.1 : 2030 年までに、各国の所得下位 40%の所得成長率について、国内平均を上回る数値を漸進的に達成し、持続させる。
11. SDGs 達成への貢献可能性	9.a : ドローン・画像解析技術を活用した B.営農・出荷管理サービスの普及を通じた営農技術のテクノロジーを活用した現地移転の可能性が示唆された。 10.1 : B.営農・出荷管理サービスの普及による農作物収量、農業従事者の収入向上の可能性が示唆された。
12. ビジネス展開に向けた課題と対応方針	A.ドローン物流事業においては、日本とルワンダでの許認可制度が異なることから、日本国内で取得した許認可書類をルワンダでの許認可取得の際に認めてもらうことは難しい。そのため、長期的な運用に際しては、現地で一から機体登録を行うことで対策を取る。また、B.営農・出荷管理サービスでは現在現地で取得したデータをルワンダ国外で分析していることが長期的には問題になってくる可能性が高いので、ルワンダ国内で完結するオペレーションを今後構築していく。

## 案件概要図



### ルワンダ国 次世代型モビリティ(ドローン)を活用した 高付加価値農作物輸出促進のための普及・実証・ビジネス化事業 トヨタ自動車株式会社(愛知県)、楽天グループ株式会社(東京都)



#### 対象国農業分野における開発ニーズ(課題)

- 安定した質と量を確保した農産物の生産及び情報管理
- 地方インフラの未整備及び輸送の高コスト
- 上記2点の影響による農産物輸出拡大の阻害

#### 提案製品・技術

- 地上走行型ドローンのセンシングで集めた情報に基づいた営農・出荷管理のサポートサービス
- ドローンを使用した農産物用物流サービス

#### 本事業の内容

- 契約期間: 2019年7月～2022年3月
- 対象国・地域: ルワンダ国キガリ州
- 案件概要:
  - 悪路により農場から幹線道路への物流アクセスが困難な農家に対し、ドローンを活用することでアクセスの改善を行い、さらには地上走行型ドローンで収集したデータをもとに営農・出荷管理を支援することで、輸出市場が求める安定した質と量の供給を行い、高付加価値農作物の輸出促進を目指す。



#### 開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ローバードローンを用いて農作物の画像を撮影し、そのデータを日本に送付し、分析レポートを顧客に提供することで、営農指導サービスの提供
- 自律飛行ドローンを活用した物流サービスの提供

#### 対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- データにもとづいた営農・出荷管理をサポートすることにより、高付加価値農作物の輸出を促進し、農家の収入向上に貢献
- 従来のインフラ整備では時間もコストも莫大にかかる中、ドローンを活用することにより、短期間で低コストな「次世代のインフラ開発」を促進

# 第1章 本 JICA 事業の概要

## (1) 本事業実施の背景

ルワンダは全国的に丘が多く、さらには首都キガリから伸びる幹線道路を一本外れるとほとんどが未舗装の悪路のため、農場から主要道路へのアクセスが非常に困難であり、鮮度が要求される農産物の輸出促進を阻害する要因の一つとなっている。また、輸出市場において長期的な契約を得るには、買い手の求める規格に応じた品質および求める量の安定供給およびこれらの項目の事前予測が重要となっているが、現在は栽培・品質管理が属人的に行われているため、オペレーションの効率化・安定化が課題となっている。

本事業では、飛行型ドローンを用いた農作物流通を農場と主要道路の間で構築することで、農作物を輸出しやすい環境を整える（A.ドローン物流事業）と同時に、カメラを設置したローバードローン（地上走行型ドローン）を活用してセンシングを行い、集めた情報（生育情報や環境情報）をもとに農作業計画や出荷計画において農家のサポートを行う事業（B.営農・出荷管理サービス）の実証を行う。

## (2) 本事業の達成目標

- a-1) ドローン事業に関する許認可や規制が確認され、将来的なビジネス拡大に向けた許認可に関する協議をルワンダ政府と始める。
- a-2) 高付加価値農作物輸出市場における市場及び顧客ニーズが確認され、競合企業の動向が明らかになる。
- a-3) 仕入れ先、販売先や現地パートナー企業も含め、バリューチェーン上の主要アクターが精査され、リストアップされる。
- b-4) ローカル人材へのドローン運用法の技術移転法が構築され、実際にローカル人材のみでオペレーションができるようになる。
- c-5) ルワンダの環境下での物流ドローンの技術検証（連続稼働）が行われ、現地オペレーション用の技術仕様が提示される。
- c-6) ルワンダの環境下での地上走行型ドローンによるデータ収集の技術検証（連続稼働）が行われ、現地オペレーション用の技術仕様が提示される。
- c-7) 本実証実験結果を踏まえ、対象地域におけるドローンを活用した高付加価値農作物輸出促進モデルの経済効果及び開発効果が検討される。
- d-8) 本事業終了後のビジネスモデル及び事業計画・方針が策定される。

## (3) 本事業の実施体制

主体	担当業務	担当業務詳細
トヨタ自動車株式会社 (提案法人)	業務主任 全体事業計画策定	<ul style="list-style-type: none"><li>• 全体総括</li><li>• 全体事業計画策定</li><li>• 出荷管理サービス実証</li></ul>
楽天グループ株式会社	副業務主任 ドローン物流事業	<ul style="list-style-type: none"><li>• ドローン物流ソフトウェア実証</li><li>• ドローン物流オペレーションフロー構築</li></ul>

主体	担当業務	担当業務詳細
(共同提案法人)	計画策定	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドローン物流事業モデル策定</li> </ul>
株式会社 ACSL (補強)	物流ドローンの現場実証・検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>物流ドローンのハードウェアに関する技術的検証</li> </ul>
ドローン・ジャパン株式会社 (外部人材)	地上走行型ドローン・営農者向けデータサービスの実証・検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上走行型ドローンの実証及び現地での技術活用に向けた改善の検討</li> <li>営農者向けデータサービスに係るセンシング技術の実証及び改善の検討</li> </ul>
個人名につき非公表 (外部人材・個人)	地上走行型ドローン・の実証・検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上走行型ドローンシステムの画像データ取得方法の検証、データ解析</li> </ul>
アイ・シー・ネット株式会社 (外部人材)	ビジネス調査 ドローン規制調査 開発課題・SDGs 調査 業務調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場性及びビジネス環境調査</li> <li>ドローン規制調査</li> <li>開発課題・SDGs 調査</li> <li>業務調整</li> </ul>
ブルーム・ヒルズ・ルワンダ (現地傭人)	実証に向けた事前準備、現場・機材の管理、ルワンダの園芸農業現場のニーズ調査、技術移転に関する知見の提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>本実証事業に向けた事前準備サポート及び現場（実証農地及び倉庫）の管理</li> <li>ドローン機体の保管・管理</li> <li>顧客になりうるルワンダ園芸作物農園、輸出業者、物流・小売業者などのリストアップ、顧客ニーズのヒアリング調査、市場規模調査</li> <li>現地人への技術指導において、現地農業人材に対するトレーニングの知見の提供</li> </ul>
LYV Ltd. (現地傭人)	実証サポート、提案技術の現地での活用可能性に関する調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>農場でのドローンを活用したデータ収集のサポート</li> <li>提案企業技術の現地での活用可能性に関する調査・提案</li> </ul>
現地大学研究機関 (現地再委託) Kigali Collaborative Research Center	ドローンの経済効果測定及び社会受容性の調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドローン事業の経済性に関する調査</li> <li>近隣住民を対象としたドローンに対する受容性の調査</li> <li>ドローン規制に関する現地政府との交渉のサポート</li> </ul>

#### (4) 本事業の実施内容及び結果

##### ① 本事業の実施内容

本事業は、飛行ドローンを用いた A.ドローン物流事業および地面を走行するローバードローンを用いた B.営農・出荷管理サービスの2つで構成されている。

顧客対象である高付加価値農作物輸出に関わる農家、農協、農業関連政府機関、農業専門家、輸出会社、保険会社を中心に顧客ニーズのヒアリングを実施した。対象作物は、花卉、コーヒー、茶、フレンチビーンズ、キノコなどとしており、補助情報として、稲、トウモロコシ、果物などの主に国内消費用作物を生産している農家・農協組織も訪問した。A.ドローン物流事業、B.営農・出荷管理サービスそれぞれのニーズを調査したうえで、特にニーズが高く実現可能性の高い事業内容を再検討し、再検討した事業において現地パートナーなどのバリューチェーン上のアクターを精査した。

飛行ドローンおよびローバードローンとも日本から現地に輸送し、現地花卉農園で実際に稼働させ、技術実証を実施。ローバードローンについては、現地で取得した画像をドローン・ジャパン株式会社が国内で解析を行った。B.営農・出荷管理サービスでは、現地人材のみでデータ取得のオペレーションができるように、専門家による現地指導やマニュアルの作成などを通じて技術移転を行った。

これら調査および現地技術移転の結果を踏まえ、本事業の経済効果および開発効果を測定し、本事業終了後のビジネスモデル及び事業計画・方針を策定した。

## ② 本事業の達成目標の到達状況

a-1) ドローン事業に関する許認可や規制が確認され、将来的なビジネス拡大に向けた許認可に関する協議をルワンダ政府と始める。

結果：A.ドローン物流事業において必要なドローンの飛行許可の発行に関して、日本とルワンダでは異なる基準で運営が行われていることが明らかとなった。ルワンダでは機体登録（UAS Registration）、操縦者免許（Pilot Certificate）、飛行許可（Activity Permit）とそれぞれの登録や許認可が必要となる一方、日本では機体登録、操縦者登録、飛行許可の全てが一括して「飛行許可証」の中に含まれており、別途機体登録や操縦者免許が必要ない。今回の実証では短期的なオペレーションであったために Rwanda Civil Aviation Authority（ルワンダ民間航空局、以下「RCAA」）より特別に「機体登録の免除許可」を得たが、将来、長期的なオペレーションを行う際には、ルワンダでの現地法人を設立の上、現地で機体登録を行う方向性で RCAA と協議した。

a-2) 高付加価値農作物輸出市場における市場及び顧客ニーズが確認され、競合企業の動向が明らかになる。

結果：農家への視察によって、未舗装道路での農作物の輸送は手作業や自転車をを用いた輸送手段で行われていることが分かった。A.ドローン物流事業において、ドローンの機体は数百万円単位と現在の技術水準では高額で、重量物を運ぶのには適していないことに起因して、現状の手作業や自転車による輸送手段の代替手段となることは難しいと判断した。先述の通り、ルワンダは未舗装の道路が多く、舗装コストやルワンダにおける人件費の上昇を考慮した上での、当該事業の経済的受容性分析について、下記 c-7 および 2 章に詳細を記載する。ドローンで運ぶのに適した物品については、「軽くて即時の輸送必要性があるもの」という要件があり、その要件を満たす輸血輸送については現地の Zipline という企業が対政府を顧客と

して事業を実施している。

B.営農・出荷管理サービスについては、高付加価値農作物のみならず、稲やトウモロコシなどの国内消費用農作物への適用可能性が示唆された。農協に向けた営農指導 B.営農・出荷管理サービスの競合については、ルワンダ青年農業フォーラム（Rwanda Youth in Agribusiness Forum、以下「RYAF」）が農協に派遣する農業専門家などがあるが、彼らも目視での営農指導の限界を感じており、競合ではなく顧客候補となりうる。ゆえに当該サービスにおける競合は現時点では存在しない。

a-3) 仕入れ先、販売先や現地パートナー企業も含め、バリューチェーン上の主要アクターが精査され、リストアップされる。

結果： a-2) の通り、A.ドローン物流事業の短期的な事業化は難しいと判断したため、B.営農・出荷管理サービス単体の主要アクターをリストアップする。

表 1 B.営農・出荷管理サービスの主要アクター

現地パートナー	サービス利用者候補
<ul style="list-style-type: none"><li>● LYV Ltd.（本案件の現地傭人）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 農業保険会社（Sonarawa、Prime Insurance、Radiant Insurance）</li><li>● 農協（フレンチビーンズ、唐辛子、アボカドなどの輸出用作物を生産）</li><li>● 大規模農家、輸出業者（花卉、コーヒー・茶）</li></ul>

サービス利用者候補は上から順に適用可能性の高い順とした。農協や大規模農家は、農作物の病害虫や天候不順による不作に対する対策として保険をかけている場合がある。保険会社としてはそのような不作となる状況を避け、保険金の支払いを抑えるべく事前に本営農・出荷管理サービスを利用する可能性がある。また、輸出用作物を生産している農協やコーヒー・茶農園をもつ大規模農家、輸出業者などは、定期的に専門家に依頼し、営農指導を仰いでいるため、その代替として当該サービスの利用が見込まれる。ここで輸出用作物を対象とした理由としては、ルワンダ政府として輸出産品の高品質化・収量増加による外貨獲得を促進していること、および稲や穀物などの国内消費用作物を生産している農家に比べ、一般的に購買力が高いと想定したためである。

b-4) ローカル人材へのドローン運用法の技術移転法が構築され、実際にローカル人材のみでオペレーションができるようになる。

結果： ローカル人材のみでのオペレーションを目指し、マニュアルガイドを作成の上、改善を重ね、対面およびオンラインでのトレーニングを行った。その結果、本実証事業においては、ローカル人材のみでデータ取得作業が可能になり、事業化の際にも現地パートナーと連携した運営方法が示唆された。

c-5) ルワンダの環境下での物流ドローンの技術検証（連続稼働）が行われ、現地オペレーション用の技術仕様が提示される。

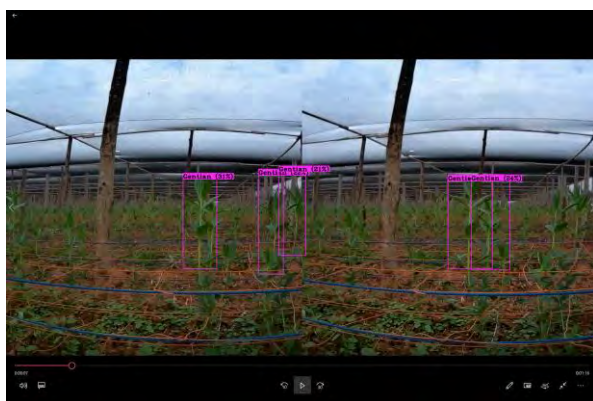
結果：コロナウイルスの影響で、当初想定していた現地渡航日数を大幅に削って渡航を行ったため、長期間の連続稼働には至らなかった。しかし、2021年9月の渡航期間中には4日間の連続稼働を行うことができた。技術的には主にリンドウの荷積み方法、周波数、全地球測位システム（Global Positioning System、以下「GPS」）の観点での確認を行い、実際にルワンダでオペレーションが可能であることが確認できた。パイロットによるマニュアル操作での事前設定準備およびテスト後は、ローカル人材がタブレット上の自動離陸ボタンを押すだけで、離陸、着陸、荷物のリリースまでの一連の流れを自動で行うことができた。飛行距離は直線距離230m、飛行速度は往路（リンドウを積んだ状態）が5m/秒、復路（リンドウをリリースした後）が10m/秒で、地上30mでの飛行を行った。実証で荷積みに使用した現地農園の「フラワーネット」の形状により、今回は2kg分のリンドウしか積むことができなかったため、今後機体の最大積載量である3kgに近づけるため、フラワーネットの改良が必要となる。

c-6) ルワンダの環境下での地上走行型ドローンによるデータ収集の技術検証（連続稼働）が行われ、現地オペレーション用の技術仕様が提示される。

結果：第1～4回渡航にて実際にルワンダの圃場環境での走行を行った。ルワンダの赤土は雨が降ると粘性が高まることから、ローバードローンの稼働を容易にするため、後輪車輪を大きくするなどの改善を重ね、現地の圃場環境に適したローバードローンの仕様を確立することができたが（表2）、コロナ禍により現地渡航ができず、最新の仕様での現地走行検証は行っていない。

表2 ローバードローンの改造前後の仕様（企業機密情報につき非公表）

リンドウの画像解析実証については、現地で現地傭人が取得したデータを日本に送付し、そのデータを国内で解析、解析データをルワンダ現地にフィードバックする一連のプロセスをオンラインで完結する仕組みを整えることができた。



測定した個体数: 169  
平均値: 68.67517128985766 cm  
中央値: 68.60957406623092 cm  
標準偏差: 7.570664815345613 cm

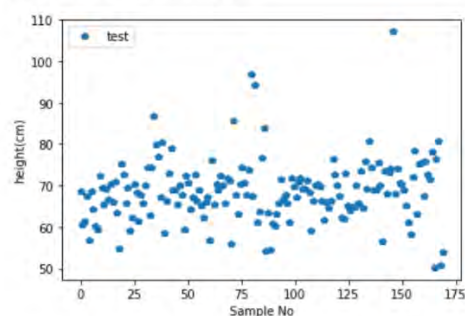


図1：リンドウ草丈長のAI認識 図2：リンドウ草丈測定プログラムによる解析レポート



c-7) 本実証実験結果を踏まえ、対象地域におけるドローンを活用した高付加価値農作物輸出促進モデルの経済効果及び開発効果が検討される。

結果：B.営農・出荷管理サービスを顧客が導入した場合、作物の安定した高品質化および収量増加につながり、質・量の両面から収益向上をはかることができ、それらの農産物を輸出することで外貨の獲得につながる。

d-8) 本事業終了後のビジネスモデル及び事業計画・方針が策定される。

結果：A.ドローン物流事業においては、前述の通り、未舗装道路での輸送には人力や自転車が使われており、現状のルワンダの人件費単価と比較して高価なドローンを用いた農作物の物流事業は難しい。しかし長期的にはルワンダでの人件費の高騰が見込まれ<sup>1</sup>、また当該技術の発展とともに積載量の増加、そして機体価格がより手の届きやすい価格になっていくことが期待されるため、長期的な実現可能性は見込める。こ B.営農・出荷管理サービスについては、営農指導という専門的な技術の代替となるため直近でのニーズが高く、農協など顧客候補が現状営農指導員へ支払っている対価と比較しても、本事業で用いる技術への対価はそれほど高くはない。さらにドローンを用いることで、営農指導員が分析できる数倍の範囲の分析ができ、本サービスを通じて顧客に対して十分なメリットをもたらすことができる。

## (5) ビジネス展開の見込みと根拠

### ① ビジネス化可否の判断

本調査を通じて事業化は可能であると判断した。

### ② ビジネス化可否の判断根拠

A.ドローン物流事業においては、現状のドローンの価格水準では当該サービスを導入することの経済的優位性が乏しく、短期的な事業化は難しいと判断した。B.営農・出荷管理サービスについては、ルワンダ政府の農作物の高品質および収量向上による外貨獲得の推進という方針にも合致し、2章に示す通り、現地ニーズおよび技術的・價格的優位性も高いことが示唆されたため、B.営農・出荷管理サービス単体の実施について事業化を優先する。

<sup>1</sup> ANKER LIVING INCOME REFERENCE VALUE RURAL RWANDA 2020  
<https://www.globallivingwage.org/wp-content/uploads/2020/08/Rural-Rwanda-LI-Reference-Value.pdf>

## 第 2 章 本ビジネスの概要

### (1) ビジネスモデルの全体像

#### ① 現時点で想定されるビジネスモデルの全体像

事業開始時におけるビジネスモデルは図 3 に示す通り、地上を走るローバードローンを用いた B. 営農・出荷管理サービスにより高付加価値農作物の生産性および品質の向上を図り、A. 飛行ドローン物流により品質を保ち輸送し、輸出業者等へ販売する卸売ビジネスを想定していた。しかしながら、現在、未舗装道路では人力（徒歩もしくは自転車を利用）によって農作物が運ばれており、その人件費が表 3 の通り安価であるため、A. ドローン物流については、人力による代替手段となるのは難しいことが判明した。しかしながら、ルワンダにおける人件費単価は上昇傾向にあり、また技術革新によりドローン機体の製造コストの低下および最大積載量の増加が見込まれるとすると、中長期的の事業化については検討の余地があるため、後述の経済性分析を行った。その際、未舗装道路の従来の整備コストを考慮し、ドローンによる低コスト・短期間での「次世代のインフラ整備」の可能性についても検討した。

B. 営農・出荷管理サービスについては、ローバードローンを用いて農作物の画像を撮影し、そのデータを日本に送付し、分析レポートを顧客に提供することで、営農指導を行うビジネスモデルである。後述の市場概況および現地ニーズを考えると、当該サービスは技術的優位性および経済的優位性を持ち、短期的に事業化の可能性が高いと判明したため、B. 営農・出荷管理サービス単体での提供にビジネスモデルを変更した（図 4）。

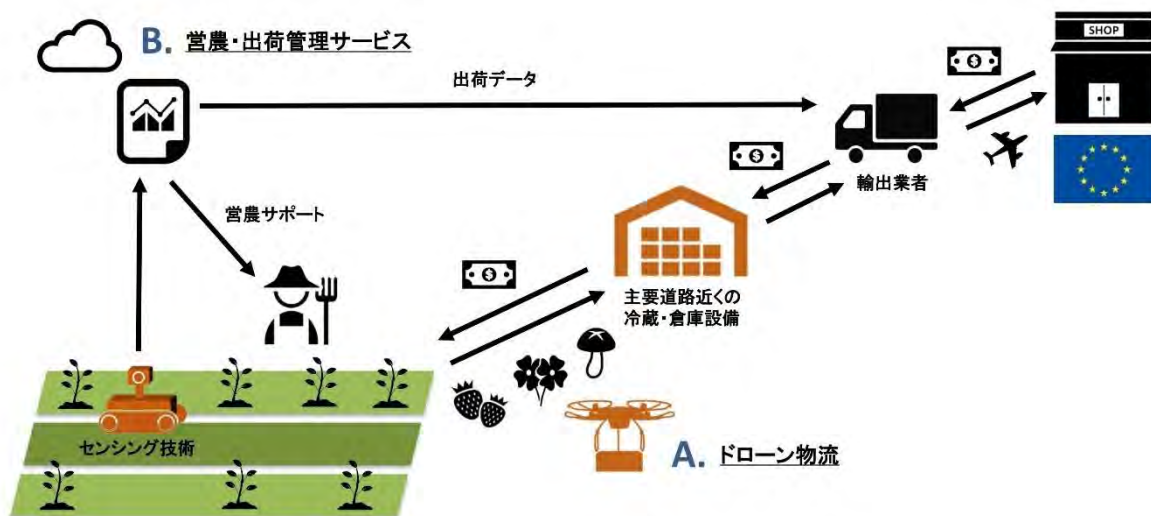


図 3 事業開始時のビジネスモデル概要図

表 3 農業従事者の 1 日当たりの賃金の目安

勤務時間	賃金（1人1日当たり）
6:00-11:30（基本勤務時間）	0.8~1.2 USD
13:00-17:00（超過勤務時間）	0.5~1.0 USD

調査団作成

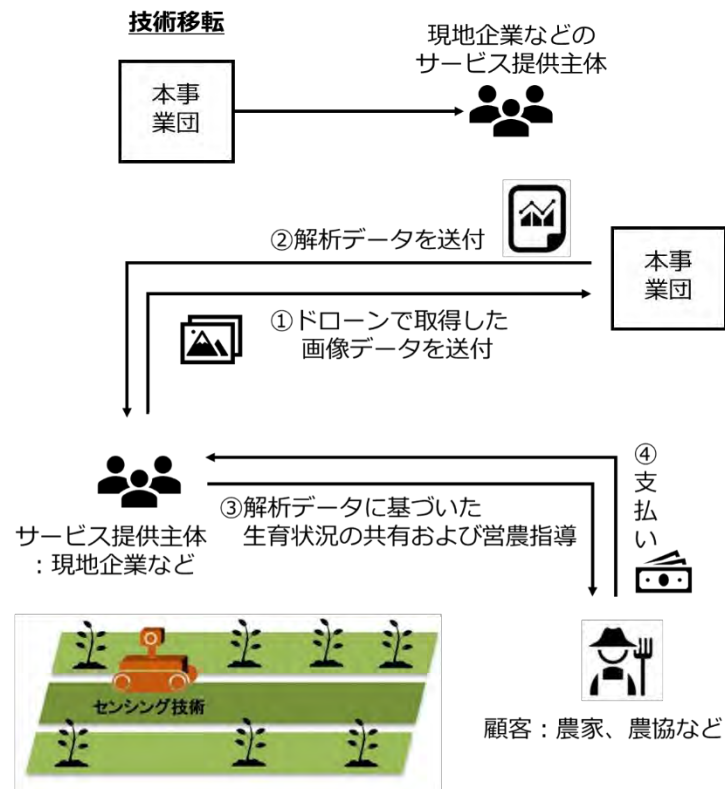


図4 B.営農・出荷管理サービス単体でのビジネスモデル

## ② 本ビジネスに用いられる製品・技術・ノウハウ等の概要

### A. ドローン物流事業に関する製品・技術・ノウハウ

本実証事業で用いたドローンは、飛行可能距離 15 キロ・最高時速 72km（水平）・最大飛行時間 50 分・最大積載量 3kg の性能を持つ機体であり、離陸・飛行・着陸の全工程において、プログラムされた飛行経路を完全自律飛行することができる（図5）。

ドローンを活用した物流については、楽天は 2016 年より福島県南相馬市、神奈川県横須賀市、三重県志摩市などにおいて実証実験やサービスを実施してきた。ドローン配送ソリューションを構築し、ハード／ソフトともに導入可能な水準まで改善が進んでいる。

### B. 営農・出荷管理サービスに関する製品・技術・ノウハウ

一般的な飛行ドローンではなく、凹凸があり狭隘な作物のうねの間を走行でき、超近接センシングと撮影が行えるドローン・ジャパン株式会社（以下「ドローン・ジャパン」）製の地上走行方式のローバー型ドローンを使用する（図6）。飛行型ドローンを活用して上空から作物の生育状態をモニタリングすることは各地で検討が進められているが、上空からモニタリングできるのは主に麦、米などの穀物であり、本事業で対象とする輸出に適した高付加価値農作物である花卉などでは難しい。さらに地上走行方式ドローンの場合、飛行型と異なり規制がないことや、コスト面でも優位であるため、地上走行方式を採用した。



図 5 自律飛行ドローン



図 6 ローバー型ドローン

③ 上記①の国内外の導入、販売実績（販売開始年、販売数量、売上、シェア等）

A. ドローン物流事業

農作物のドローン物流については世界初の試みとなるため導入実績はないが、ドローンを活用した物流については前述のとおり実証事業としてサービス提供している。また、ベースとなる物流ドローン機体は 2016 年 12 月より商業販売を実施している。

B. 営農・出荷管理サービス

ドローン・ジャパンは、三重県津市の稲作農家をはじめ、顧客に対して圃場管理情報、営農指導支援情報、収穫判断支援等の各種データの提供を主なサービスを提供してきた。これまで培ってきたノウハウにより合成・解析結果に基づき、ユーザーの課題・目標に適したレポートを作成（収穫適期判断、収量予測支援など）することができる。

**(2) ターゲットとする市場・顧客**

① ターゲットとする市場の概況

ルワンダでは農業が GDP の約 33%（2018 年）を占め、主要な商用作物はコーヒー及び茶（輸出の約 13%<sup>2</sup>）であり、農作物の高品質化により国際競争力を強化する政策をとっている。生産～輸出まで一貫して行う大規模な農地を所有するコーヒーと茶の業者や、大規模農家（農協が主）の生産する農作物への農業保険サービスを提供している農業保険会社、ルワンダ各地に組成が促進されている農協組織が顧客の対象となりうる。これら組織は外部の専門家による生産指導・生産管理を行っており、その専門家による指導サービスにおいて、ドローンを用いたサービスにより代替しうる可能性がある。

② 本ビジネスに対する現地ニーズ

ルワンダ政府は「農業改革戦略計画」で、2024 年までに輸出農作物の生産量を 2018 年比 4 倍増

<sup>2</sup> 2019 UN Comtrade <https://comtrade.un.org/>

とすることを目標に掲げているが<sup>3</sup>、JICA 報告書<sup>4</sup>によると、生産技術や輸送技術が輸出拡大における課題として挙げられている。

対象作物の一つである花卉の品質管理において、図 7 の通り輸出業者に納品するにあたって主に（企業機密情報につき非公表）によって規格が定められていることが分かった。例えば、（企業機密情報につき非公表）。このような規格を満たすべく生産者は日々生産管理をし、顧客の求める品質、量の商品を求められた期日までに納品する必要がある。ただし、そのような高度な品質管理技術を持つ農家はルワンダには決して多くない。B. 営農・出荷管理サービスではこのような規格を AI による画像認識技術を用いて、データを蓄積することで、生産管理能力を持たない農家に対して、熟練した専門家と同等程度の営農指導サービスを提供でき、定量的かつ短期的に生産管理能力向上に貢献することができる。

図 7 花卉納品にあたっての品質分類（企業機密情報につき非公表）

### ③ 本ビジネスの対象とする顧客層とその購買力

#### A. ドローン物流事業

幹線道路までの輸送を飛行ドローンによる物流サービスによって代替する想定であるが、現在のバリューチェーンではトラック輸送が主である。トラックが乗り入れることができない小道や、雨で冠水してしまった未舗装の道路では、労働者が人力で抱えたり、自転車を用いて輸送したりしている。当該サービスによる参入を検討した場合、農業従事者の年間賃金と比較して、飛行ドローンの価格に乖離があるため、ドローン物流が労働者による輸送に直近で置き換わることは難しい。

そのためここでは、顧客層とその購買力を示す代わりに、ルワンダの経済発展に伴う人件費の上昇およびドローンの技術革新に伴う販売価格の低下・最大積載量の増加により、当該サービスが経済的時期の予想・その時期を早めるための方策を検討した。その際、未舗装道路の従来の整備コストも考慮し、ドローンによる低コスト・短期間での「次世代のインフラ整備」の可能性についても検討した。

ドローン物流事業の経済性分析の手順は下記の通り。

- (1) 現在の技術水準での飛行ドローン製造コストにおいて、単年での収益化が見込めるサービス単価 S の設定をする。
- (2) サービス利用者にとってそのサービス単価 S がどこまで下がれば、利用価値のあるものとなるのか考察する。その際、人の手で運ぶことが困難な道での輸送を前提とし、農園内の道路の整備（農家自身が費用負担という前提）をした際のコストも考慮する。
- (3) ルワンダの経済発展に伴う人件費の上昇を考慮し、当該サービスが利用者にとって経済的便益をもたらすサービスとして成立する時期を予想した。

#### (1) 事業者の収益計算（ドローン 1 機でサービス提供を行った場合の収益計算）

企業機密情報につき非公表

<sup>3</sup> 2018 Strategic Plan for Agriculture Transformation 2018-24 <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/rwa180543.pdf>

<sup>4</sup> 2017 JICA 「ルワンダ国際菌装置「eco-PACT」による輸出用園芸作物の高付加価値化を目的とする案件化調査」

(2) 利用者にとってドローン輸送が人手の代替となりうるサービス単価の計算)

企業機密情報につき非公表

(1)、(2)により、ドローンの製造コストを鑑みると、道路の舗装費用を考慮したとしたとしても  $S_1$  (事業者が収益を担保できる設定料金)  $>$   $S_2$  (利用者の経済的便益がある設定料金) となり、事業化の可能性は現在では難しいことが示唆された。

(3) ルワンダでの将来的な人件費上昇を考慮し、事業化可能となる時期の見込み計算

事業化が可能となる条件は

$$S_2 > S_1$$

となればよいので、 $S_2 > 29.7 \cdot \dots \textcircled{3}$ となる

i: 年間人件費上昇率 [%]

n: 期間 [年]

L': 将来の人件費 [USD]

とすると

$L' = L \times (100\% + i)^n$  となり、② ③の条件より、

$$L \times (100\% + i)^n + R \geq 29.7 \times x$$

設定値を

L: 人件費 [USD] :	3名×2 USD/日×20日/月×12ヶ月= 1,440 USD
i: 年間人件費上昇率 <sup>5</sup> [%] :	5%
x: サービス利用時間 [時間] :	5時間/日×20日/月×12ヶ月= 1,200時間
R: 道路舗装費用 [USD]	33,600 USD

として、これらを満たす期間 n は「 $n \geq 10$ 」となるので、ルワンダの人件費が年間 5% で、10 年間上昇し続けるとすると、(人手による輸送費+道路舗装費用)  $>$  (ドローンによる輸送費) となるので、約 10 年後にはドローンによる輸送が利用者にとって経済的便益がもたらされることが示唆された。

## B. 営農・出荷管理サービス

顧客層は営農指導を必要とする輸出用作物を生産している農協組織、花卉、コーヒー・茶を生産・輸出する業者、農業保険会社を想定している。

茶・コーヒーのバリューチェーンにおいて、多くの小規模農家が、契約農家として買い取り業者などに農作物を納品するケースが多い。契約農家が生産を行っているため、各農家の生産管理を一元的に管理することは難しく、買い取り業者が専門家を派遣して生産指導を行い、生産物の品質向

<sup>5</sup> ANKER LIVING INCOME REFERENCE VALUE RURAL RWANDA 2020 <https://www.globallivingwage.org/wp-content/uploads/2020/08/Rural-Rwanda-LI-Reference-Value.pdf>

上を図っている。ルワンダ政府は「農業改革戦略計画」で、2024年までにコーヒーの生産量を2018年比1.4倍増、茶の生産量を2018年比1.5倍増とすることを掲げており<sup>6</sup>、コーヒー・茶生産規模の拡大が見込まれる。拡大していく市場に対し、専門家を派遣して品質管理指導していく手法では追いつかなくなることが予想され、当該サービスを活用してもらうことにより、拡大市場においても高品質な農作物の生産を実現することができる。

農協組織は、不作の時期に備えて農業保険に加入している場合もある。保険会社としてはそのような不作となる状況を避け、保険金の支払いを抑えるべく事前に本営農・出荷管理サービスを利用する可能性がある。

#### ④ 必要なインフラの整備状況

ローバードローンの取得画像のサーバーへの送信のためインターネット回線が必要となる。ルワンダでは国土の95%が4G LTE回線の対応エリアとなっており<sup>7</sup>、モバイル回線を用いることで屋外においてもオペレーションが可能であるが、実際の回線スピードは十分でないエリアも多い。しかし、この点においては今後の改善が見込まれ、また最低限のオペレーションに関しては十分な整備が整っている。

#### ⑤ 競合する企業/製品/サービス等の状況

ルワンダにおけるドローン事業者はZiplineとCharis UASの2社ある。Ziplineは医療施設への輸血・医薬品輸送を手掛けており、ドローンにカメラは搭載されていない。一方、Charis UASのドローンにはカメラが搭載されており、ドローンによる農薬散布やパイプラインの点検などを行っている。ドローンを飛行させる際には、飛行ルートを作成が必要であり、この飛行ルートの作成業務もCharis UASが手掛けている。Ziplineが新たな飛行ルートを作成する際にはCharis UASに委託し、飛行ルートの作成を依頼するなど、カメラ非搭載・搭載ドローンのビジネスモデルのすみわけが同2社で行われている。

Charis UASについては、ドローンを活用した営農指導サービスも展開しているが、飛行ドローンによる上空からの画像データを活用しており、本事業ではローバードローンによる地上で横から作物を撮影した画像データを活用している。花卉などの生育状況をモニタリングするためには横から撮影した画像データが有効であり、Charis UASのサービスに対して、本事業のサービスは「横からの撮影が必要な作物にも対応できる」という点で、差別化が図れる。

Ziplineは輸血・医薬品輸送ビジネスをガーナやウガンダなどの周辺国への展開を進めている。日本の過疎地・離島における医薬品などのドローン物流の実証実験も進めている。Ziplineは農作物への物流サービスの展開は想定しておらず、その理由として、ドローン物流に適したものは「付加価値が高く、適時性が必要なもの」であるという前提に基づく。また、カメラ付きドローンサービスにおいては、「広範囲の移動が必要で、遠隔地にあるものを対象としたもの」が事業性の指標と

<sup>6</sup> 2018 Strategic Plan for Agriculture Transformation 2018-24 <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/rwa180543.pdf>

<sup>7</sup> 2018 e-Government Knowledge Base. “Country Information: Rwanda.” United Nations,

<https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/>

Country-Information/id/142-Rwanda

なっている。

営農指導に関しては、ドローンで上空から撮影した画像データを基にしたサービスが提供されているが、主流は専門家の目視による営農指導である。営農指導員と当該サービスの比較は表4の通り。営農指導員によるサービスに対する優位性は、ドローンでは広範囲をカバーできる点にある。営農指導員による指導では一部分のサンプルをもとに圃場全体の状況を想定し、指導する。一方、ドローンを用いた営農指導では、圃場全体の状況（生育状況・土壌解析など）を踏まえて指導を行うことができ、営農指導員によるサービスと比較して収量の向上が見込まれる。

表4 既存の営農・出荷管理サービスと本事業の比較

	営農指導員	ドローンによる 営農・出荷管理サービス
対象作物	制限なし	花卉、稲、野菜など
価格	30,000~50,000 RWF / 日	データ取得：23,000 RWF / 日 / 人 データ分析：200,000 RWF/一式
1回の指導/データ取得 にかかる期間	1~3日	1~3日
サービス料金	90,000~150,000 RWF	223,000 RWF~
1回の指導でカバーできる範囲	1~3 ha	3 ha~

調査団作成

### (3) 現時点で想定する実施体制

- ① バリューチェーン計画  
企業機密情報につき非公表
- ② 本ビジネスの実施体制  
企業機密情報につき非公表

### (4) 想定されるリスクとその対応策

- ① 許認可等取得の必要性  
ドローンの飛行許認可：

ドローンの規制に関して、現状では日本とルワンダにおいて異なる基準で運営が行われていることが明らかとなった。ルワンダでは機体登録（UAS Registration）、操縦者免許（Pilot Certificate）、飛行許可（Activity Permit）とそれぞれの登録や許認可が必要となる。一方、日本では機体登録、操縦者登録、飛行許可の全てが一括して「飛行許認可」の中に含まれており、別途機体登録や操縦者免許は必要ない。短期間かつ一時的な飛行に関しては、本来であれば、日本など他国で機体登録と操縦者免許の取得が行われていれば、ルワンダ国内では飛行許可の取得のみで済むようになっている。本事業のドローン操縦者は第三国で操縦者免許を取得していたため、操縦者免許に関しては問題とならなかった。しかし、機体登録に関しては事前に RCAA と協議を行った上で、日本国内での仕組み



を説明、飛行許可証を取得するプロセスの中で機体の登録も行われている旨を説明したが、認められなかった。飛行中の事故など何か問題が生じた際にきちんと機体の所有者をトラッキングできるようにすることが機体登録の目的であり、安全上重要な仕組みである。最終的には、今回の実証では短期的なオペレーションであったために RCAA より特別に「機体登録の免除許可 (Waiver)」を得た上で飛行許可の申請を行うことができたが、将来、長期的なオペレーションを行う際には、ルワンダでの現地法人の設立の上、現地で機体登録を行うよう RCAA より指示を受けた。なお、申請手続きは全てオンラインのドローンポータル上で行われる (図 10 参照)。

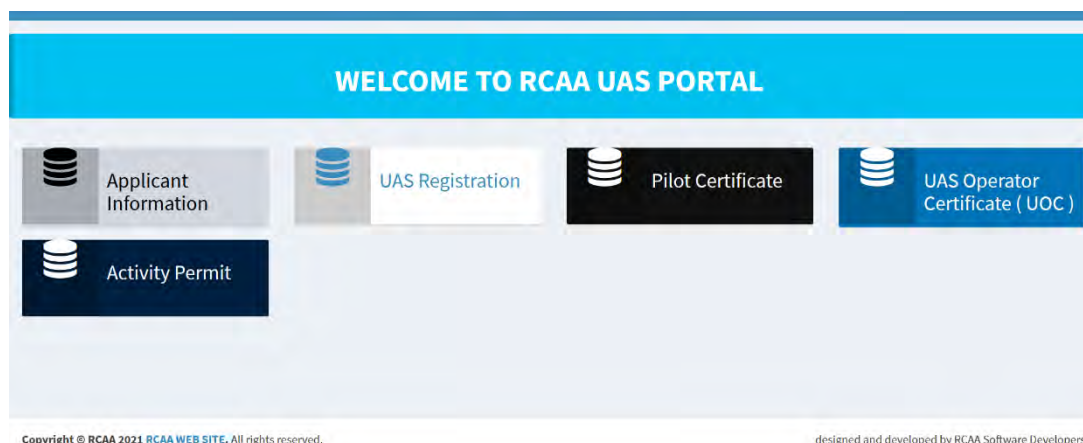


図 10 RCAA のドローンポータルの画面

ドローンポータルではまずは「Applicant Information」より「申請者 (法人)」の登録を行う。この時点でルワンダ国内で登記されている法人情報を入力する必要があるため、必ず現地パートナーもしくは自社で現地法人を設置することが必須となる。今回取得を行った飛行許可 (Activity Permit) の費用は\$70/日であり、事前に支払いを済ませた上で申請を行う必要がある (許可が降りた後の支払いではない)。

## ② 許認可以外のリスク対策

### 情報流出対するリスク :

画像解析のために取得したデータが流出し、他社の生産性の向上に繋がることを懸念している企業もある。取得したデータの二次利用をしないことを契約書に明記し、取得データの適切な管理および一定期間後削除処分するなどして対応を図る。また、欧州の EU 一般データ保護規則 (General Data Protection Regulation、以下「GDPR」) に見られるようにデータの国外流出を制限する動きが広がっていることから、取得したデータをルワンダ国内で解析できる体制を構築する必要がある。

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

## 対策、配慮

監視社会のルワンダにおいて、ドローンがどのように受け入れられるかを把握し、地域との密着性の高い活用法を検討する必要がある。そこで再委託先として Zipline 導入支援の経験を有するリサーチセンターにドローンの社会的受容性の調査を依頼し、住民の理解及び信頼を得る方法を検討した。例えば Zipline では新たな着陸ポイントを追加する際は必ず事前に地域のコミュニティーを回り、事前にドローンの安全性とメリットの説明を行い、その後も定期的にコミュニティーを訪れている。また、機体に何か問題があった際に発見者が誰でも連絡を取れるよう、機体にはフリーダイヤルの連絡先が記載されている。その他にも、独自の空中航空管理システム（UAV Traffic Management、以下「UTM」）ソフトウェアを持っており、リアルタイムで飛行オペレーションを追うことができる。Zipline が自社で管理するだけでなく、RCAA からアクセスすることもでき、長期的にはドローン飛行を行う他社もこのシステムに加入する構想も議論されている。

一方で、現状では考えられる政府側窓口が農業省、ICT 省、航空局など複数にまたがっており、特に農業省か ICT 省のいずれがイニシアチブを取るのかに関しては、今後の具体的な事業内容に応じて事前に相談する必要がある。また、万が一事故などが生じた場合は、現場に近い集落の長から直接地域の警察に通報が入ってしまう可能性があることから、地域集落、地域警察、中央省庁にまたがって、事業内容と派生しうるリスクについてコミュニケーションを密に取る必要があることが現地再委託先の調査から判明した。実際に事業を実施する場合には、事業そのものの採算性は勿論のこと、オペレーションの現状と共に考えられるリスクについても地域社会、中央政府との緊密な情報共有が必要である。

## （５） 現時点で想定する事業計画

- ① 収支計画  
企業機密情報につき非公表
- ② 収支計画の根拠およびビジネス展開のスケジュール  
企業機密情報につき非公表
- ③ 初期投資額及び投資回収見込時期  
企業機密情報につき非公表
- ④ 資金調達手段の見込み  
企業機密情報につき非公表

## （６） 本ビジネスの提案法人における位置づけ

- ① 本ビジネスの経営戦略上における位置づけ

トヨタ自動車にとっては次世代モビリティおよび SDGs に貢献しうる重要性を持つ。アフリカだからこそ実現可能な「物流インフラにおけるリープフロッグ」を目指すと共に、現地人材、政府、大学や JICA も含めた対話を継続することで、リバースエンジニアリングのタネを見出すこと

が期待できる。今回の実証で不十分だったことや、事前想定と異なった点を今後も現地ステークホルダーと共に検証を続けていき、本当に現地にあったモデルを創出することで、企業レピュテーション向上、新規事業発掘が期待できる。

② 既存のコアビジネスと本ビジネスの関連（活かせる強み等）

企業機密情報につき非公表

③ 本ビジネスの社内での検討状況

企業機密情報につき非公表

#### （7） 本 JICA 事業終了後のビジネス展開方針

A. ドローン物流事業においては、現状のドローンの価格水準では当該サービスを導入することの経済的優位性が乏しく、短期的な事業化は難しいと判断した。B. 営農・出荷管理サービスについては、ルワンダ政府の農作物の高品質および収量向上による外貨獲得の推進という方針にも合致し、現地ニーズおよび技術的・価格優位性も高いことが示唆されたため、B. 営農・出荷管理サービス単体の実施については、事業化に向け、事業実施体制を検討していく。

## 第3章 SDGs 達成への貢献可能性

### (1) 対象国・地域における課題

ルワンダでは、農業セクターが GDP の約 33% (2018 年) を占めている。全人口の約 72% が農業に従事しており<sup>8</sup>、農業は貧困削減及び経済成長のための最も重要な産業とされている。また内陸国で丘が多く、平地が非常に限られているという制限がありながらも、安定し多様性に富んだ気候帯、肥沃な土壌、そして水資源に恵まれていることから、一年中生産を行えるという強みを持っている。さらには標高の高さも園芸作物や花卉の栽培に非常に適している。しかしながら、ルワンダでは農業者の生産性及び所得の低さを課題として抱えている(農業労働者一人当たりの付加価値額: 日本:\$46,044/世界平均:\$1,193/ルワンダ:\$305)。これを受け、ルワンダ政府は、隣国ケニアが世界有数の農業輸出国に発展したのを倣い、「輸出型農業の発展」を軸に産業育成に注力している。

ルワンダ政府で農作物の輸出促進を管轄している National Agricultural Export Development Board (日本語名称、以下「NAEB」) は、以前から輸出量が多いお茶やコーヒーに加え、果物や野菜、花卉などの輸出を増やそうとしている。NAEB の 2019~2024 年戦略計画<sup>9</sup>によると、2024 年までに農業輸出額 10 億ドルを達成することを目標としている。2017~2018 年のルワンダにおける年間農業輸出額は 5.16 億ドルとなっており、このうち 1.61 億ドルを占めた茶やコーヒーなどの伝統的な輸出農産品に加え、輸出農産品の多角化を図るため、園芸作物や穀物類の中から「新成長戦略分野」を割り出している。

「新成長戦略分野」にあたる農作物の年間輸出額は、伝統的輸出農産品より速いペースで成長しており、4 年間での成長率(2013/14 年度と比較)が伝統的輸出農産品においては約 153%である中、約 277%成長となり、2017/18 年度の輸出額は 3.35 億ドルとなった<sup>8</sup>。

2024 年までに農業輸出額 10 億ドルを達成するための最も重要な戦略分野の一つとして、欧州・中東・他アフリカ諸国(コンゴ民主共和国、ブルンジ、南スーダンなど)向けのフレンチビーンズ、サヤエンドウ(snow peas)、パッションフルーツ、唐辛子、切り花といった園芸作物が戦略農作物としてあげられている。2024 年までに農業輸出額 10 億ドルを達成するために改善すべき課題として、以下の 9 点が示されている<sup>8</sup>。

- ①市場へのアクセス、輸出促進
- ②ブランディング
- ③グローバル企業の誘致
- ④ビジネス・インキュベーション
- ⑤生産性・品質管理
- ⑥物流・インフラ
- ⑦金融アクセス
- ⑧戦略的分析

このうち本事業の B. 営農・出荷管理サービスでは主に⑤生産性・品質管理において貢献できると考えている。⑤生産性・品質管理において NAEB が重点的に上げている施策は以下の 4 点である。

#### A. 農地のマッピング・計画、農業省の取り組みの活用

<sup>8</sup> FAO <http://www.fao.org/rwanda>

<sup>9</sup> NAEB strategic plan 2019-2024

[https://naeb.gov.rw/fileadmin/documents/191126%20NAEB%20Strategy%202019-2024\\_FINAL.pdf](https://naeb.gov.rw/fileadmin/documents/191126%20NAEB%20Strategy%202019-2024_FINAL.pdf)

- B. 輸出農家の農協組織化の促進による、農業技術や知識、より良い品質の農薬や農業資材、生産およびポストハーベスト管理に係るインフラへのアクセスの向上
- C. 農家に対する、新しい品種や技術、最適な農業手法のデモンストレーション
- D. 輸出におけるキーセクターの研究開発の促進

本事業では B と C において、営農指導を通して貢献をする。農家の収入が安定するには、バイヤーからの信用を得て、継続的な長期契約を得る必要があるが、バイヤーにとって最も重要なのが安定した質と量の供給及びトレーサビリティである。ルワンダではデータにもとづく営農や出荷管理が普及しておらず、「行き当たりばったり」の供給しかできていないため、農家の大半が長期契約まで辿り着けていない。本事業の営農指導により、生産性の向上だけでなく、より計画的な生産管理に繋がると示唆する。

## (2) 本ビジネスを通じた SDGs 達成への貢献可能性

### ① 貢献を目指す SDGs のゴール・ターゲット

ゴール 9: 「レジリエントなインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る」

ターゲット 9.a: 「アフリカ諸国、後発開発途上国、内陸開発途上国および小島嶼開発途上国への金融・テクノロジー・技術的支援の強化を通じて、開発途上国における持続可能かつレジリエントなインフラ開発を促進させる。」

### ② SDGs への貢献可能性

今回は農園内物流および生産性改善について、日本の技術を持ち込んで花卉農園での実証を行った。ルワンダに多い傾斜地への対応や他作物への展開には今後追加開発が必要で、今回のように日本人の人件費で全てを賄う前提では事業化は困難である。現地に適したオペレーションやメンテナンス体制、経済性も含めた真にサステナブルな方策をプロジェクト終了後も現地政府やベンチャー、大学などと共に幅広く議論していきたい。その結果、今回実証をヒントに新たなモデルが生まれれば、ルワンダ政府が指向する「ICT を活用した農業による生産性向上」と「近隣諸国へのノウハウ輸出ハブ」に寄与できると考える。また、本邦企業に対してもリバースエンジニアリングの事例として、営農者の高齢化に直面する日本の農業へのヒントになりうると考える。従って、本事業の知見を幅広く公表するため現地において発表会を実施するなどして本事業の規模を上回る関与を促すことを目指す。

① 投入するリソース	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 開発費</li> <li>・ サービス内で使用する機体（ドローン）</li> <li>・ ドローン向けソフトウェア</li> <li>・ 物流構築ノウハウ・農業 IT 活用ノウハウ</li> </ul>
② SDGs 貢献に向けた活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドローンを活用した遠隔農村地域から主要道路までのインフラを全国的に構築する。</li> <li>・ 収集データを理解し、営農及びバイヤーとの交渉、関係維持に活用できるようトレーニングを普及させる。</li> </ul>

③ 期待できる短期的効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 花卉栽培農家向けのインフラが整備される。</li> <li>・ 自給自足用の作物から、輸出向け高付加価値園芸作物への転換が行われる。</li> <li>・ 小規模農家の組織化が行われ、ルワンダ国内の大規模商業農家及び農業組合の割合が増加。</li> <li>・ 農家が適切な出荷管理を行うことにより、日銭収入ではなく、継続的な長期契約により生計を立てる農家が増える。</li> </ul>
④ 期待できる中長期的効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 花卉以外の農家向けのインフラが整備される。</li> <li>・ 2040年までにルワンダの高付加価値作物全体の輸出額が増加。</li> <li>・ 2040年までにアフリカ全体の遠隔農村部の市場へのアクセスが向上。</li> <li>・ 2040年までにアフリカ全体の物資の価格で占める輸送コストが減少。</li> </ul>

### ③ 波及効果

＜ICT人材＞ 本事業を通じた人材育成により、ルワンダ全体のICT人材の技術レベルおよび普及規模の向上につながる。

## (3) JICA事業との連携可能性

- ① 小規模農家市場志向型農業プロジェクト（2014年10月～2019年9月）  
農業組合の収入向上を目指した、市場志向型農業普及パッケージの普及活動

期待される相乗効果：当JICAプロジェクトで志向型農業が普及されることで、輸出作物への転換を志向する農家が増えると予想されるため、本事業で整備するインフラ利用者も増加することが見込まれる。

- ② キガリを中心とした若手ICT人材育成事業（2017年2月～2019年6月）【草の根技術協力】  
企業ニーズに合ったICT人材育成及び、人材マッチング・プラットフォームの開設・運営

期待される相乗効果：ルワンダは国策としてICTを活用した産業の創生に力を入れているが、ABEイニシアティブの卒業生も含め、ICT人材教育を受けてきた人材の雇用先がまだまだ国内では不足している。本事業で農業とICTを掛け合わせるにより、ICTを国の基幹である既存セクターで活用することが可能になり、人材育成が行われるとともに、両分野での雇用の増加が期待される。

- ③ ICTイノベーションエコシステム強化プロジェクト（2017年11月～2020年11月）  
【技術協力】  
国内外の多様なICTセクター関係者（投資家・起業家・教育機関など）が効果的・効率的に繋がりをあえる環境の整備

期待される相乗効果：当JICAプロジェクトでICT活用の促進や起業が促進されるため、ドローン物流と連携した新ビジネスが生まれることが期待できる。

- ④ 本実証の知見をトヨタ生産方式も含め、青年海外協力隊など JICA の支援プログラムに取り込み。より広い現場と知見を取り込み、本邦企業の今後の活動にもフィードバックを行う。

期待される相乗効果：農業生産性向上における協力隊の支援の標準化と、JICA 支援結果の共有に伴う、本邦企業の関与増加が期待される。

以 上

別添 1 活動詳細

別添 2 工程表

## 1. 第 1 回現地活動（2019 年 7 月）

### （1） 第 1 回現地活動の目標と活動

- ① 本活動の目的  
リンドウの初期生育状況の AI 画像解析の元となるデータ取得方法の確立。
- ② 本活動の実施内容
  1. 実証の対象とする畝と検体の選定及び撮影。
  2. 生育状況の画像解析のためのデータ取得方法の検証。
  3. 本実証にて必要な技術レベルの現地人材の検討。
- ③ 活動の実施時期  
2019 年 7 月 27 日～8 月 3 日

### （2） 実証の対象とする畝と検体の選定及び撮影

- ① 目標  
実証の対象とするリンドウ計 9 検体（3 検体×3 畝、内 1 検体は詳細解析用）を選定し、ステレオカメラ、ステレオビデオ、定点カメラで撮影を行う。
- ② 実施内容  
解析対象検体「7 月 10 日移殖株」の中から 9 検体を選定した。うち 1 検体を定点カメラ（上部ステレオ・横部ステレオ）での撮影対象として設置し、テスト撮影（1 時間タイムラプス）を行った。3 検体含む 1 畝をビデオカメラでの撮影対象としてテスト撮影。全 9 検体のステレオカメラでの撮影対象としたテスト撮影を行った。
- ③ 結果／示唆  
検体選定、定点カメラの設置、計画したテスト撮影を無事実施した。
- ④ 課題と対応策  
実証圃場において栽培中の検体への物理的ダメージをいかに防ぐか、また、機材メンテナンスでの精密機材の取り扱いやクリーニング、土埃・水滴などへの対応が課題となるため、今後現地アシスタント及び、日々検体（リンドウ）の栽培をされている農場スタッフの方々に対して、適切な管理方法を促す必要がある。

### （3） 生育状況の画像解析のためのデータ取得方法の検証

- ① 目標  
生育状況の AI 画像解析を行う上での課題を洗い出し、撮影方法（撮影位置、ターゲットからの距離、高度・角度など）ごとに最適な、画像及び映像データの取得方法を見出す。



## ② 実施内容

初期生育状況における草丈長を中心に、検体全体をデータ解析するのに必要な画像・映像取得方法を実施検証した。渡航前に検証確認していた撮影方法により、実証圃場にて定点固定カメラ・ステレオカメラ・ステレオビデオ各々で試験撮影を実施した。実証圃場での通信環境は GSM 回線しか利用できないため、インターネット環境が整備された場所（ホテル等）に移動し、取得データをサーバーにアップロードした。同データを国内で解析後、解析結果をルワンダ側と日本側で検証を行うといったステップを繰り返し行う。

## ③ 結果／示唆

計画通り、必要なデータ取得方法の検証及び確認を行うことができた。

## ④ 課題と対応策

渡航後のデータ検証・解析が課題となる。具体的には、3種類の機材を使用して現地にて取得したデータをどのように日本側に共有を行うか、また、どこまでの作業内容を現地傭人に任せられるかにより、作業効率が変わってくる。データをアップロードする際の、アップロード後のデータ確認、および解析結果の確認方法が主な課題となる。現地傭人が、データ収集後のアップロードまで行えるような体制を構築したい。

# (4) 本実証にて必要な技術レベルの現地人材の検討

## ① 目標

センシングの趣旨・目的・今後の計画全般および、(3)で検証された最適な画像・映像取得方法を LYV 社（8月から現地アシスタント2名を派遣予定）に伝達し、センシング撮影のアシスタントに必要なスペックを相互理解する。

## ② 実施内容

渡航前に作成したデータ取得マニュアルを(3)の実施作業とともに修正・加筆した。また、データ取得方法を11のステップに分解し、実際の圃場にてビデオマニュアルを作成した。圃場管理者および LYV 社に対して、機材取り扱い・データ取得方法・メンテナンスといった一連の手順のトレーニングを行い、内容を理解・体得してもらう。

## ③ 結果／示唆

LYV 社社長に、アシスタント人材に求められる「電子 IT 機器に対するリテラシー」のレベルを理解してもらうことができた。

## ④ 課題と対応策

データ取得において現地アシスタントに求められるスキルと作業量は明確になったが、この作業を忠実にできる能力のスタッフが見つかるかは未定である。また、2020年1月末以降からは、ローバードローンの自動走行オペレーションが現地傭人に新たに求められ、自動走行させるためのアプリの使用や設定、不具合が起こった際の原因予測と対応などが必要となる。8月より派遣されるスタッフのスキルレベルを見て、今後の計画を調整する。また同時に、実際のスタッ

フのレベルに合わせて運用マニュアルの見直しも行う。

## 2. 第2回現地活動（2019年8月）

### （1） 第2回現地活動の目標と活動

#### ① 本活動の目的

1. 初期生育状況の画像解析による判断（AI画像解析）のための取得データの検証および
2. 農園における自律ローバーの動作検証

#### ② 本活動の実施内容：

1. 中期生育状況のデータ取得方法の検討に向けた撮影手法の再検討および修正
2. 自律ローバーの走行試験および課題抽出
3. バラ農園視察・ヒアリングの実施

#### ③ 活動の実施時期

2019年8月16日～8月25日

### （2） 中期生育状況のデータ取得方法の検討に向けた撮影手法の再検討および修正

#### ① 目標

初期生育状況での収量や品質予測をする上でのデータ取得のための撮影方法を確立し、中期生育状況のデータ取得方法にむけて修正すべき点があれば修正する。撮影位置（ターゲットからの距離、高度・角度）ごとの画像と映像データを取得するためにそれぞれ最適な撮影方法を確立する。

#### ② 実施内容

- ・初期生育状況における茎数、草丈のデータ解析に必要な画像取得方法を確立した。
- ・中期生育状況にむけて、初期段階での状況を勘案し、圃場にて定点固定カメラ・手動カメラ・手動ビデオの各カメラでの試験撮影を現地で行い、その場データで確認の上、修正を実施した。

#### ③ 結果／示唆

- ・初期生育状況での撮影方法を確立した。移動を伴ったデータ取得に関しては、3Dカメラでのデータ取得が解析しやすいことが分かった。また、定点固定カメラも生育状況の確認に効果的である。これにより、初期での草丈、茎数のAI解析にむけたデータ取得が可能になった。他作物では初期生育状況が最終的な収量や品質に影響しやすいが、その仮説がリンドウにも当てはまるかを今後検証していく。
- ・中期生育状況にむけた撮影方法の修正が必要で、草丈が伸びてきた際にも画角に入るのかを検証する必要がある。

#### ④ 課題と対応策

- ・初期の草丈・茎数と、収穫時での検体データ情報（収量やグレード）を、農園より取得し、その相関の検証を行う。

- ・データ取得を全数行うのか、もしくは検体数を絞ってデータ取得を行うのか、実施工数と最終的な効果のバランスを見極める必要がある。

### (3) 自律ローバーの走行試験および課題抽出

#### ① 目標

自律ローバー（地走型ドローン）が一つの畔を自動に往復し、安定した品質のデータ取得ができるようになる。

#### ② 実施内容

- ・自律ローバーの自動走行試験を実施した。
- ・課題を抽出し、改良のための走行データを取得した。

#### ③ 結果／示唆

- ・前回の実証で生じていた、機体が畝に乗り上げてしまう現象は、機構を改良することでまっすぐ進むようになった。
- ・手動でのドローン操作であっても、手でカメラを持ってマニュアル撮影するよりは安定的なデータの取得が可能であることが分かった。また、手動操作も簡単なため、今年度は引き続きこの方法でデータ取得を行っていく。
- ・畔に散見される土の塊が障害になり、途中で進めなくなる現象が生じる。また、畔の最終点で折り返す機構を搭載しているものの、何らかのセンサーエラーが生じ、途中で折り返してしまうといった現象が生じてしまう。

#### ④ 課題と対応策

- ・走行の問題については、大きな土の塊を除けるなどの事前対策が必要である。（小さい塊は問題にならないように改良予定。）
- ・一つの畔を折り返す走行に関しても、各畔での環境が異なるため、工夫が必要である。
- ・ドローン機体の手動操作でもデータ取得は安定的になるので、走行の無人化へ移行するまでにおいては、この走行方法でも十分効果的である。

### (4) 初中期生育状況の画像取得およびローバー操作に関する現地傭人への技術移転

#### ① 目標

毎週決められた箇所に対して、適正にデータ取得を行う。

#### ② 実施内容

- ・前回作成したデータ取得マニュアルを元に修正・加筆し、現地会社 LYV 社から派遣された現地アシスタント2名に技術移転を行う。
- ・自律ローバーの手動操作・自動操作の使い方の指導。

#### ③ 結果／示唆

- ・定点でのデータ取得が正確に行えるようになった。

・移動を伴ったデータ取得に関しても、手動リモコン操作のローバーで行うことにより、適正に安定的なデータ取得が可能になった。手でカメラを持つての取得に関しても、操作を簡単にすることで、適正に安定的なデータ取得が可能になった。

#### ④ 課題と対応策

・圃場での取得データに関して、今までは日本からの現地渡航の度にそれまでの結果を回収していたが、そうすると解析までのギャップが生じてしまうため、現地傭人から随時データを日本に送ってもらうための方法を確立する必要がある。

・どのくらいの頻度で現地での解析結果の伝達やフィードバックなどを行っていくかを検討する必要がある。

### (5) バラ農園視察・ヒアリングの実施

#### ① 目標

リンドウ以外の園芸作物への横展開の可能性の検討。

#### ② 実施内容

バラ農園の視察と作業プロセスを確認し、現状課題について聴取した。

#### ③ 結果／示唆

・広大な敷地ではあるが、人件費が安いこともあり、多くを人力で賄っている。その中でも、散水のムラや肥料のムラが最も生育のムラに繋がり、最終的なバラの品質に寄与するため、散水および肥料散布に関しては自動化設備を取り入れている。

・生育調査に関しては、畔の幅が狭いため地走型ドローンの活用は厳しいが、上空空間に余裕があるため、飛行型ドローンでの生育調査は可能性がある。ただし、室内環境ということもあり、GNSSを使った自律飛行が出来るかの検証が必要である。出来なかった場合、非 GNSS 環境化での自律制御開発が必要になる。

#### ④ 課題と対応策

・バラ市場は競争が激しく、年々単価が落ちており、規模拡大と品質維持・向上が課題である。その中でも、効率化及び生育プロセスの安定化が望まれている。

・現状、散水および肥料散布に関しては、可変可能な自動化設備が導入されているものの、その可変に関しては、現場の人間の経験に依存している。自動的に生育状態を把握し、可変量を変化させるシステムを導入することにより、より品質を安定させることが可能になる。また、規模拡大の中での効率化も効果としても期待できる。

## 3. 第3回現地活動（2019年11月）

### (1) 第3回現地活動の目標と活動

#### ① 本活動の目的

リンドウの中後期生育状況の AI 画像解析の元となるデータ取得方法の確立。

② 本活動の実施内容：

1. 中期生育状況のデータ取得方法の検討に向けた撮影手法の再検討および修正
2. 現地傭人に対する中後期生育状況の画像取得技術の指導およびローバー試験走行における課題点の洗い出し

③ 活動の実施時期

2019年11月8日～11月15日

**(2) 中期生育状況のデータ取得方法の検討に向けた撮影手法の再検討および修正**

① 目標

中後期になって発生する「企業機密情報につき非公開」などといった、AI解析する上での課題の洗い出しを行い、この時期での最適な撮影方法を見出す。

② 実施内容

・中後期生育状況における（企業機密情報につき非公開）のデータ解析に必要な画像取得方法を実施検証した。

・仮説の撮影方法を元に、圃場にて定点固定カメラ・手動カメラ・手動ビデオ各々での試験撮影を実施。インターネット環境が整備された場所に移動し、取得データをサーバーにアップロード。同データを国内で解析後、解析結果をルワンダ側と日本側で検証を行うといったステップを繰り返し行った。

③ 結果／示唆

中後期生育期での適切な撮影方法について確認出来た。定点固定カメラの設置場所の変更、手動カメラでの撮影位置については、手動ビデオのジンバル角度（45°60°）の設定変更を行った。初期生育期から収穫まで、草丈成長とともに分けつ、繁茂、生育のばらつきなどによる変化が起こり、撮影方法をいかに策定するかが課題である。

④ 課題と対応策

収穫時での検体データとそのGradeに関する情報を農園より共有頂き、その収穫時データと各生育時期の特徴の相関が取れるかが今後の一番大きなポイントとなる。次の生育調査期間の新たなデータ取得方法（今回はローバー撮影）の設計についても今後分析を深めていく。

**(3) 現地傭人に対する中後期生育状況の画像取得技術の指導およびローバー試験走行における課題点の洗い出し**

① 目標

(2)で検証された中後期生育タイミングでの最適な画像・映像取得方法を現地傭人に技術移転し、次回の第4回渡航までのデータ取得を行ってもらえるようにする。

② 実施内容

・現地傭人のみでデータを取得・収集した上で、データアップロードをしてもらい、国内で解析をかけられるよう、技術移転を行った。

・画像取得方法の修正と追加作業内容を明示し、圃場にて実際にトレーニングする。

### ③ 結果／示唆

予想以上にカメラやビデオ、スマホアプリ、データハンドリングなどの電子 IT 機器に対するリテラシーが高く、要求する作業を精度高く実行している。日本人の平均 IT リテラシー以上より高いと思われ、スムーズな技術移転が実施できた。本来はデータ取得作業だけを期待していたが、将来的にはデータ精度の評価もできるスキルがあることが分かった。今後はデータ評価も現地作業に含めることが期待できる。同時に、今後ルワンダにおいてこうした高いスキルを持ち合わせている人材をどう確保できるかが重要になる。

### ④ 課題と対応策

今後、ドローンの自動走行オペレーション（現在はリモコンを使った手動走行）が新たに求められる。（自動走行させるためのアプリの使用と設定や、不具合が起こったときの原因予測と対応など。） またデータ撮影をしながら、ドローンのハードウェアや機構上の課題点を洗い出す作業も期待したく、これらの新たに求められることへの対応から、スキルアセスメントを行い、技術レベルにあわせた運用マニュアルの作成をする必要がある。

## 4. 第 4 回現地活動（2019 年 12 月）

### （1） 第 4 回現地活動の目標と活動

#### ① 本活動の目的：

1. 生育状況収集の連続稼働における課題の抽出
2. ドローン事業に関する許認可・規制の確認
3. 顧客ニーズ及び競合企業のニーズ及び動向の確認

#### ② 本活動の実施内容：

1. 通期での撮影手法の検証、各種取得データ確認
2. 収穫データの収集および取得データとの分析・検証
3. 自律ローバーの畔走行の安定性評価、完全自動走行に向けた畔走行・畔間走行の課題抽出および検証
4. RCAA との打合せ
5. 現地ドローンサービス企業への訪問
6. 農作物栽培・輸出企業訪問
7. 農資機材販売会社訪問

#### ③ 活動の実施時期

2019 年 12 月 5 日～12 月 15 日

### （2） 通期での撮影手法の検証、各種取得データ確認

#### ① 目標

通期を通して、各生育段階での最適な撮影方法を確立させる。

## ② 実施内容

- ・過去取得データの確認。
- ・後期生育状況での画角対策としての、斜めからの撮影を試みる。

## ③ 結果／示唆

- ・データ取得に関しては、現地傭人への技術指導が成果を示しており、解析するのに問題のないデータが取得できた。
- ・リンドウの背丈が伸びた後期生育段階のため、斜めでの撮影の実証を行うが、そのデータを元にきちんと AI 解析が行えるかの実証が必要なため、この撮影方法を行程に組込むのは次年度に持ち越しとした。

## ④ 課題と対応策

- ・ローバーを使った全数検査と手動によるサンプル生体での生育調査と今年度は実施したが、実装に向けて、その目的と工数を勘案しての、実践的なデータ取得手法が課題である。  
→データ取得および分析に対する目的およびその効果を明確化する。

### (3) 収穫データの収集および取得データとの分析・検証

#### ① 目標

通期を通して、取得し画像解析してきたデータと実際の収穫状況（収量、グレードなど）と比べ、相関の有無を分析・検証する。

#### ② 実施内容

収穫データを取得し、相関に繋がりそうな項目に関して、花卉農園経営者の見解を得る。

#### ③ 結果／示唆

まずはピンポイントでの生育調査が簡素化し、安定することにより、遠隔での栽培管理に非常に役立つ。→生育調査用カメラとクイック解析のパッケージはニーズがあるとみる。

#### ④ 課題と対応策

- ・AI 解析での（企業機密情報につき非公開）などの精度を高める必要がある。
- ・取得データと収穫データの相関関係の確認：初期生育段階と最終段階の生育状態において、草丈に関しては相関関係が見られそうだが、よりデータの解析を進め、他の調査項目においても初期生育時から採集段階の間のデータに相関性が見られるかを確認し、またその精度を上げていく必要がある。

### (4) 自律ローバーの畔走行の安定性評価、完全自動走行に向けた畔走行・畔間走行の課題抽出および検証

#### ① 目標

第3回までの課題を修正した自律ローバーを手動で畔走行させ、走行性能に問題がないことを確認する。また、畔間走行に向けた走行性能の課題を抽出し、検証する。

## ② 実施内容

- ・土の塊がある畔を手動走行させ、走行性能を検証した。
- ・畔間を手動走行させ、走行性能を検証するとともに、課題を抽出した。

## ③ 結果／示唆

- ・畔走行におけるローバーフレームに関しては、一定の目処が立った。大きな塊は事前に除去する必要があるが、多少の塊であれば、安定走行が可能であることが分かった。
- ・畔間も現状の畔および畔間の作りであれば、手動での走行は可能であることが分かった。

## ④ 課題と対応策

- ・直進性能もほぼ良くなったが、自動化に向けてはブラッシュアップが必要。折り返しに関しても、どういった機構にするかの検討が必要である。
- ・畔間走行は、ローバーとしての走行性能は確認できたが、自動化するにあたっては、安定した動作のための機構や工夫の検討が必要である。

## (5) ルワンダ民間航空局 (Rwanda Civil Aviation Authority; RCAA) との打合せ

### ① 目標

ドローンの輸入・許認可取得に関する法律およびプロセスが明確になる。

### ② 実施内容

- ・現時点までのデスクトップサーチおよび RCAA、インフラ省との協議で得た規制に関する情報の再確認。
- ・上記情報に基づいて作成した許認可申請資料を事前確認頂くよう依頼する。

### ③ 結果／示唆

- ・今までは何度お願いしても「ドローン機体がキガリ空港に到着してからでないと書類の確認はできない」とのことであったが、事前に書類をご確認頂けるようになった。ただし、書類は実際に封書をキガリ空港内の RCAA 事務所受付まで持参する必要がある。
- ・以前の RCAA との打ち合わせの際は、日本で機体及び操縦者が登録されている場合は、ルワンダ国内では登録の必要がなく、Activity Permit のみ取得すればよいとのことであったが、今回の打ち合わせでは、操縦者に対して簡単な口頭試験が必要になるとの情報を得た。本格的な試験というよりは、ルワンダでの規制をきちんと理解できているかの簡単な口頭インタビューであるとのこと。インタビューは機体がルワンダに到着してから行われる。

### ④ 課題と対応策

機体の操縦者が事前に現地規制、法律を理解した上でインタビューに臨むようにする。

## (6) 現地ドローンサービス企業への訪問

### ① 目標

今後の当該プロジェクトをルワンダおよびアフリカで継続していくにあたってのビジネスパートナーのリクルーティングに必要な情報が明らかになる。



## ② 実施内容

ルワンダでドローンサービス事業を営む Charis Unmanned Aerial Solutions 社とミーティングを行い、現状どのような業務が可能であるかを確認した。

## ③ 結果／示唆

ルワンダ政府よりドローン会社としての認定を受け、ルワンダおよびタンザニアやウガンダなど、その他アフリカ地域でもドローンサービスを提供している。使用機体は世界最大のドローン販売企業である中国の DJI (Da-Jiang Innovations Science and Technology CO., Ltd) 製が中心であり、他には「eBee」(固定翼)なども使用している。サービス対象は、農業センシング(トウモロコシ、ポテトなど)、パイプラインなどのインフラ点検、マラリア対策のための殺虫剤散布、森林調査など。物流に関しては Zipline とも繋がりはあるが、まだ自社でのサービス提供は行っていない。

## ④ 課題と対応策

・ Charis Unmanned Aerial Solutions 社も国内外のドローンサービス事業者と同様、事業化に苦戦しており(唯一、採算化し始めているのは、パイプラインなどのインフラ点検)、農業などは国や公共予算がつかないと厳しいため、まだ実証実験が多く、事業化の目処が立っていない。今後の当該プロジェクトも事業化という面において、その目的や費用対効果を明確にしていく必要がある。

・ 当事業共同提案者の楽天が日本で物流実証を行なった際に採用し、本事業にも補強として参加している ACSL の搬送ドローンの担い手としての可能性がある。そのほか、ドローン活用に関して、ドローン会社の認定を政府から受けているので、こちらでアレンジ可能な農園などでのオペレーションサービスをお願いするといったことが可能かどうかを確認していく。

## (7) 農作物栽培・輸出企業訪問

### ① 目標

高付加価値農作物輸出市場における市場及び顧客ニーズが確認され、競合企業の動向が明らかになる。

### ② 実施内容

農家に対して高付加価値農作物の推進を行う Israel-Rwanda Center for Horticultural Excellence、フレンチビーンズの買取・輸出を行う Proxifresh Limited、キノコの栽培・販売・輸出を行う Kigali Farms、コーヒー・お茶の買取・販売を行う Kigali Import Export Limited を訪問し、ルワンダにおける各農作物の現状のヒアリング及び実証サービスに対して意見交換を実施した。

### ③ 結果／示唆

・ Israel-Rwanda Center for Horticultural Excellence : ルワンダ政府と共に約 30 種類の農作物の栽培トレーニング、イスラエルの農資材を提供している。同機関も来年より農業用センサーを導入する予定であり、ICT を活用した営農サービスの需要はある。特にアボカド、パプリカ、フレ

ンチビーンズなどは需要が高く、今後輸出向けに増えると予測している。ルワンダの農家は園芸施設を導入する際、既存の農産物販売から得た利益もしくは政府からの補助金を投資資金としている。

・ Proxifresh Limited : フレンチビーンズをルワンダ各地の農家から買い取り、フランスに輸出している。週に1回、同社社員が農園に訪問し品質管理を実施。栽培・品質のコントロールが課題となっている。育成状況の確認は主に葉の大きさ、硬さ、色、そして花の数などから判断している。栽培の方法からみて、地走型より飛行タイプのドローンの活用が望ましく、葉の変色による生育不良を早期に発見することにニーズがある。

・ Kigali Farms : 自社でキノコを栽培し、週4回、主にケニア向けに輸出している。キノコの育成環境を整えるために温度、湿度、二酸化炭素量、PH、日射量などのデータを確認している。自社栽培も行いつつ、提携農家（マイクロアントレプレナー）ともキノコ栽培を行っている。提携農家に関しては生育・品質管理、物流などに課題があり、ドローン物流・生育管理に需要はある。

・ Kigali Import Export Limited : 様々な製品・農作物の輸出入及びロジスティックサービスの提供を行っている。コーヒー・お茶についてはルワンダ各地の組合と協力し、買取りを行っている。同農作物において、同社からドローン物流は適しているとのコメントを得るが、人が運ぶより早いことが重要であるとの見解。また輸出に際しての歩留まりの減少を目的とした、営農サービスについても需要が高い。

#### ④ 課題と対応策

・ 対象とする農作物によって得るデータが異なってくるため、画像解析だけで対応できるとは限らない。併せてセンサーなどの導入をすることで対象農作物が大幅に広がる可能性がある。また農作物によって地走型が適さないケースもあるため、農作物によってカスタマイズしていく必要がある。

・ 画像解析のために取得したデータが他社の生産性の向上に繋がることを懸念している企業もある。営農サービスにおいては現状の育成データの共有及び生育における課題点はクライアントに提供するが、現時点でソリューションまで提供する予定はないため、本懸念はクリアできると想定するが、導入を検討する企業・農家に対して丁寧な説明が必要と考える。

### (8) 農資機材販売会社訪問

#### ① 目標

バリューチェーン上の主要アクター（販売先）が精査され、リストアップされる。

#### ② 実施内容

企業・農家に農業資材・農業機材を輸入・販売する Evergreen Machinery Company 社に対してヒアリング調査を実施した。

#### ③ 結果／示唆

・ 資本は中国で、タンザニアとルワンダにおいて中国から農機材・農資材を農家向けに輸入・販売している。大規模な加工プラントの建設コンサルティング業務も手掛けている。中国には同社

製品の製造工場があり、主な取り扱い製品は自社ブランドである。

・農家は自身で農業資機材の購入資金を得ることが困難なため、同社が資金獲得に対する情報提供を行い、政府機関、USAID などのドナー機関と定期的に意見交換を実施している。政府機関については、購入金額の 50%を政府が補助するなどの制度がある。

・ドローンを活用した農家向け機器・サービスの取り扱いはないが、農地向けセンサーの輸入・販売実績はある。

#### ④ 課題と対応策

・同社が新しい製品・技術をルワンダに普及する際には常にルワンダ農業庁 (Rwanda Agriculture Board) およびルワンダ開発庁 (Rwanda Development Board) と協議を行い、そのフィードバックを得るというプロセスを実施しているため、同機関との連携は本プロジェクトにおいてもより重要であると考えます。

・上記、農家への普及の際にはドナー機関との連携をより促進する必要があるため、どのような支援が行われているのか、具体的に調査していく。

## 5. 第 5 回現地活動 (2020 年 3 月)

### (1) 第 5 回現地活動の目標と活動

#### ① 本活動の目的

COVID-19 流行拡大リスクに備えた現地活動体制構築と市場調査実施

1. 市場調査 (小規模花卉農場、輸出用大規模茶栽培企業)

#### ② 本活動の実施内容

1. Covid-19 流行拡大リスクに備えた現地活動体制構築
2. 市場調査 (小規模花卉農場、輸出用大規模茶栽培企業)

#### ③ 活動の実施時期

2020 年 3 月 1 日～7 日

### (2) COVID-19 流行拡大リスクに備えた現地活動体制構築

#### ① 目標

ロックダウン等 COVID-19 流行拡大に伴う大きな社会的変化が生じるリスクの中、プロジェクトの進め方を現地側パートナーと合意する

#### ② 実施内容

・中国やイタリアなどで起こっていた国境閉鎖やロックダウンが起こる可能性がある中、リモートでの実施方策、及び実施内容の一部変更や中止、実施期間の延期の可能性について現地側パートナーに通知すると共に、現状での懸念点などをヒアリング

③ 結果／示唆

- ・イタリアやシンガポールなどの状況を横目に、渡航できるうちに渡航し、現地側パートナーと事前に現地実証実施に関するリスクにつき共有でき、内容や実施時期、及び期間延長などについて一任していただいた
- ・7日に帰国後、10日もしないうちに現地はロックダウンとなり空港も閉鎖されたため、結果的に絶妙なタイミングでの渡航となり、その後のリモートでの実施や期間延長を円滑に実施できた

④ 課題と対応策

- ・特になし

### (3) 市場調査

① 目標

- ・潜在的顧客となりうるルワンダ国内農業事業者の調査

② 実施内容

- ・小規模花卉農場視察
- ・輸出用大規模茶農園視察

③ 結果／示唆

- ・小規模花卉農場は、水やりなどの作業は現地農業協同組合に委託しつつも、栽培品種や土地の手配、灌漑などの投資などを一人でやっている状況。また、本人も別に花卉栽培や農業のプロフェッショナルではないと自分で言っており、技術や資金面での支援を求められる状況。今回訪問先で小規模農園全体の話に敷衍することは出来ないが、少なくとも今回訪問先は花卉栽培事業をしているとは言い難く、対象外。
- ・大規模輸出用茶農家は、ルワンダ最大の茶栽培農園。広大な敷地に茶を栽培している。現地コーディネーターの事前調整が不十分であったため、実質アポなしで社長に15分話を伺うにとどまった。一本ずつ写真を撮る花卉と違い、茶葉は穀物と同様ローバードローンを使ったマイクロ成育状況モニタリングには向かず、市場性調査は農園内ドローン物流に絞った。現地再委託先に依頼しているドローン物流の経済性調査を活用しつつ、どのような作物にドローン物流が経済的に見合うのかを定量的に見せる必要がある

④ 課題と対応策

- ・現地再委託先と共同して、ドローン物流の経済性について定量化、潜在顧客層に訴求できるようにする

## 6. 第6回現地活動（2021年5月）

### (1) 第6回現地活動の目標と活動

① 本活動の目的

1. ドローン飛行実証に向けた圃場現地視察。
2. ドローン物流市場調査ルワンダ農業バリューチェーンの現況・課題の把握。
3. ルワンダにおけるドローン事業の現況・競合の把握。

## ② 本活動の実施内容

1. ドローン飛行実証に向けた許認可手続きにあたり飛行当局との圃場視察。
2. ルワンダ農業バリューチェーンの現況・課題調査。
3. ルワンダにおけるドローン事業の現況・競合調査。

## ③ 活動の実施時期

2021年5月1日～5月15日

## (2) ドローン飛行実証に向けた許認可手続きにあたり飛行当局との圃場視察

### ① 目標

RCAA に申請しているドローンの飛行実証に向けて、RCAA と共同で圃場視察を行い、飛行実証を行うための設備が整っているか、ドローンの制御不能や強風により墜落した場合に周辺住民・幹線道路に干渉しないかなどの安全面に関する事前調査を行った。

### ② 実施内容

- ・ドローンの離発着場所の安全性確認。
- ・圃場から周辺住民・周辺幹線道路への距離を測定し不測の事態において、周辺環境へ干渉し、二次災害を起こさないか確認。
- ・圃場で従業員に対して、墜落の可能性など事前に伝え安全喚起をしておくことを確認。

### ③ 結果／示唆

- ・ドローン離発着場所が整備され、安全に離発着できることを確認（図 11）。実証実験の実施の際は離発着場所に平板を敷くなどしておくよう指示を受けた。
- ・圃場の私有地が十分広く、周辺住民・周辺幹線道路まで距離があるため、安全面性が担保されることが確認された。
- ・飛行実証の実施日が確定次第、事前に圃場で働く従業員に事前周知を行い、ドローンの飛行中はその下を歩かないなどの安全喚起を行っておくよう指示を受けた。

### ④ 課題と対応策

- ・離発着場所に敷くための平板の準備。
- ・RCAA にて飛行許認可承認にあたり追加で必要な提出書類を確認し、調査団に連絡。



図 11 圃場上空写真



図 12 ドローン離発着場所候補

### (3) ルワンダ農業バリューチェーンの現況・課題調査

#### ① 目標

ルワンダにおける農業バリューチェーンの現況・課題を把握し、本事業のサービスによってその課題を解決できる余地があるか確認する。

#### ② 実施内容

- ・ 農業協同組合訪問・ヒアリング
- ・ 運送協同組合・運送業者訪問・ヒアリング

#### ③ 結果／示唆

##### ルワンダ政府の方針

ヒアリングや文献調査によってルワンダ政府は農業協同組合の形成を推進していることが分かった。農業協同組合に対して以下のインセンティブを提供し、農産物の計画的な生産および高品質化を図ろうとしている。

- ・ 農地の供与
- ・ 農地の統合およびそれに伴う住民の移転
- ・ 計画的栽培の促進
- ・ 種子・肥料・農機・倉庫などの提供
- ・ 営農指導
- ・ 道路の整備

しかしながら、農業協同組合に所属した農家は政府に固定価格で農作物を買い取られることになり、市場価格の変動によっては、個人で仲介人に卸したり、市場に持ち込んだりした方が高値で買い取られる場合もあり、所属農家にとってはメリットが少ない。このことに起因して、農家の農業協同組合への加入はあまり進んでおらず、計画的栽培や農産物の高品質化があまり進んでいない現状である。

## 農業バリューチェーンの現況・課題

ヒアリングに基づいてルワンダにおける農業バリューチェーンの概念図を図にまとめた。農業バリューチェーンの抱える課題は下記の通り。

- ・ 作物の種子供給を主に輸入に頼っている (2019 年自給率 31%)。
- ・ 農家の生産性向上のため、政府・農業資機材店など外部組織が農家に営農指導をする必要がある。その費用は政府・農業資機材店の負担となっている。
- ・ 仲買人が市場流通網を独占しているため、農業協同組合を介した政府による買い取りは全体の数%に過ぎない。仲買人が情報の優位者であることにより、政府が農協形成を促進し投資をしても、農家自身の収益向上にうまくつながっていない。
- ・ 雨が降った後に未舗装の道路が悪路となり、トラックが通行できない場合は、自転車を用いて農作物を輸送している。
- ・ コールドチェーンの未整備。

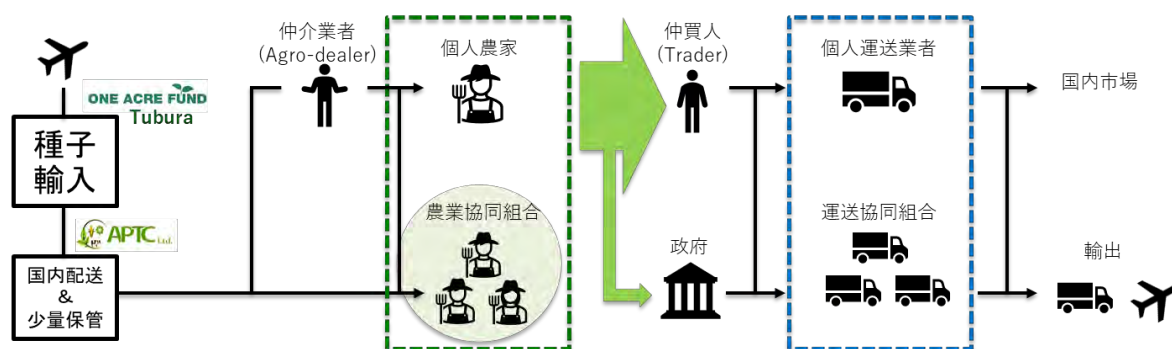


図 13 ルワンダにおける農業バリューチェーン概念図

## 農事従事者の賃金について

Muyanza 州における農業協同組合におけるヒアリングによって明らかになった農業従事者の 1 日当たりの賃金は下表の通り。業務内容は農作物の栽培・収穫・仕分け・運搬・出荷などの単純作業が主である。農作業は早朝に始め、午前中には終わることが多いが、午後の作業が生じた場合は超過勤務時間として追加で 0.5~1.0USD が支払われる。

表 5 農業従事者の 1 日当たりの賃金

勤務時間	賃金 (1 人 1 日当たり)
6:00-11:30 (基本勤務時間)	0.8~1.2 USD
13:00-17:00 (超過勤務時間)	0.5~1.0 USD

調査団作成

## ④ 課題と対応策

### 農業バリューチェーンの抱える課題に対しての本事業のアプローチ

先述の農業バリューチェーンが抱える課題のうち、本事業によって解決できる可能性のあるものについて説明する。

(課題1) 農家の生産性向上のため、政府・農業資機材店など外部組織が農家に営農指導をする必要がある。その費用は政府・農業資機材店の負担となっている。

(本事業でのアプローチ) B. 営農・出荷管理サービスを活用してもらうことで、ローバードローンの画像解析機能により、農業技術指導の簡略化の可能性がある。農業指導の専門家の人件費および育成費用と比較し、B. 営農・出荷管理サービスが顧客候補にとって経済的なメリットがあるかについて調査を行う。

(課題2) 雨が降った後に未舗装の道路が悪路となり、トラックが通行できない場合は、自転車を用いて農作物を輸送している。

(本事業でのアプローチ) 飛行ドローン物流サービスの代替可能性がある。ただし、農業従事者の年間賃金と比較して、飛行ドローンの価格が二桁異なるため、ドローン物流が労働者による輸送に直近で置き換わることは難しいと予想される。長期的な視点で、ルワンダの経済発展に伴う賃金の上昇およびドローンの技術革新に伴う販売価格の低下により、顧客候補にとって当該サービスを利用することが経済的なメリットとなる時期の予想・その時期を早めるための方策を検討していく。



図 14 未舗装道路



図 15 自転車による農作物の輸送

#### (4) ルワンダにおけるドローン事業の現況・競合調査

##### ① 目標

ルワンダにおけるドローン物流事業の現況および競合を調査し、本事業の参入余地について検討を行う。

##### ② 実施内容

- ・ Zipline 視察・ヒアリング
- ・ イノベーションハブ ICT Chamber ヒアリング



### ③ 結果／示唆

ルワンダにおけるドローン事業者は主に2社あり、Zipline と Charis UAS である。Zipline は医療施設への輸血・医薬品輸送を手掛けており、ドローンにカメラは搭載されていない。一方、Charis UAS のドローンにはカメラが搭載されており、ドローンによる農薬散布やパイプラインの点検などを行っている。ドローンを飛行させる際には、飛行ルートの作成が必要であり、この飛行ルートの作成業務も Charis UAS が手掛けている。Zipline が新たな飛行ルートを作成する際には Charis UAS に委託し、飛行ルートの作成を依頼するなど、カメラ非搭載・搭載ドローンのビジネスモデルのすみわけが同2社で行われている。

Zipline は輸血・医薬品輸送ビジネスをガーナやウガンダなどの周辺国への展開を進めており、将来的には家庭への医薬品の輸送も考えている。日本の過疎地・離島における医薬品などのドローン物流の実証実験も進めている。Zipline は農作物への物流サービスの展開は想定しておらず、その理由として、ドローン物流に適したものは「付加価値が高く、適時性が必要なもの」であるという前提に基づく。また、ICT Chamber の専門家によるヒアリングにより示唆されたカメラ付きドローンサービスの参入余地がある分野は下記の通り。この分野においては、「広範囲の移動が必要で、遠隔地にあるものを対象としたもの」が事業性の指標となっている。

- ・ 鉱山のリハビリテーションモニタリング

ルワンダでは採掘後の鉱山のリハビリテーション（適切な埋め立て&原状回復）が適切に行われていない。この監視において、ルワンダ環境省資源庁を顧客候補として、ドローンサービス提供の可能性はある。

- ・ 森林伐採のモニタリング

ルワンダ政府は、民間業者に森林開拓を依頼しているが、依頼した面積以上の開拓が行われ、適切なマネジメントができていない。森林伐採監視において、ルワンダ国土森林省を顧客候補として、ドローンサービス適用の可能性はある。

- ・ サバンナの動物のモニタリング

ルワンダには複数のサバンナがあり、観光資源となっている。しかしながら、サバンナの動物による居住地や農場への侵入が問題となっている。サバンナツアー運営会社や、周辺の大規模農家に対し、それらの動物の監視、アラームサービスの提供の可能性はある。サバンナツアー運営会社に対して、観光ツアー時にサバンナの動物をドローンで事前に見つけることができれば顧客の満足度にもつながる。

### ④ 課題と対応策

ルワンダにおけるドローン事業において、農作物の輸送を対象にした事業の動きはまだない。上記2社を競合ではなく、事業パートナーとして本事業を展開していく可能性も示唆された。

## 7. 第7回現地活動（2021年6月）

### （1） 第7回現地活動の目標と活動

#### ① 本活動の目的：

リンドウ農園にて実際にドローンの飛行を行い、機体へのリンドウの積み降ろしおよび飛行操縦における現地でのオペレーションおよび技術移転の検討を行う。

② 本活動の実施内容：

1. ドローン飛行許可の取得および機体の引き取り
2. ドローン飛行実証の実施

③ 活動の実施時期

2021年6月19日～6月29日

## (2) ドローン飛行許可の取得および機体の引き取り

① 目標

難航していた飛行許可の取得（Activity Permitの発行）を完了し、キガリ空港警察倉庫に保管されている機体の引き取りを行う。

② 実施内容

昨年3月にキガリ空港にドローン機体が到着していたが、当時はまだ飛行許可が降りていなかったために引き渡しを行えず、今回の飛行実証に向けて引き取りを実施。

③ 結果／示唆

・渡航前のRCAAとの度重なる交渉の末、最終的にJICAキガリ事務所に交渉頂き、まずはDirector Generalからレターを発行頂く。実際の飛行に必要なActivity Permitは飛行実証予定日の前日に発行された。

・RCAAのDirector General発行のレターおよび、昨年3月に発行されたSeizure Form（差し押さえ書）を空港警察に持参。ドローン機体は梱包状態のまま倉庫に保管されており、スムーズに引き取り作業が完了した。

④ 課題と対応策

事前に手配が行われ、審査に問題がない場合でも飛行許可の発行は必ず前日に行うのが通常オペレーションであると事前から情報を得ていたが、実際に前日まで飛行許可が発行されなかった。そのため、飛行許可が発行されてから現地渡航を実行するという手順を取ることができず、特に海外から現地入りする際には計画が困難である。また、飛行実証期間を少しでもずらすと再度申請が必要になる。審査が進んでいないのか、もしくは許可が降りたと同等の状態で、あとは許可証の発行待ちのみであるのかの見極めができるよう、現地と綿密なコミュニケーションが必要になる。今回のようにDirector Generalからのレターが必須でない場合でも、事前にレター発行を依頼することによって、この点の不確定要素を限りなく取り除くことが可能になると考える。

## (3) ドローン飛行実証の実施

① 目標

- ・実証現場にてリンドウのドローン機体への積み降ろしのオペレーションを確立する。
- ・ドローン飛行が現地のオペレーターにとってどれほどの難易度のものであるかの確認を行

う。

## ② 実施内容

- ・機体の飛行に際する重量バランスや着陸法を考慮した様々な荷積み方法を実際に試し、農場スタッフに積み降ろしのオペレーションを行ってもらおう。
- ・実証現場にてドローンの飛行を行い、操縦方法などに関する現地傭人のフィードバックを取得する。

## ③ 結果／示唆

飛行実証実施直前に現地でのコロナウイルスの状況が悪化したため、急遽飛行実証の延期を決定した。

## ④ 課題と対応策

現地状況の回復状況を鑑みて、再度9月頃のタイミングにて渡航および飛行実証の計画を行う。

## 8. 第8回現地活動（2021年9月）

### (1) 第8回現地活動の目標と活動

#### ① 本活動の目的：

リンドウ農園にて実際にドローンの飛行を行い、機体へのリンドウの積み降ろしおよび飛行操縦における現地でのオペレーションおよび技術移転の検討を行う。また、営農・出荷管理サービスの市場調査をおこない、当該サービスのニーズおよび競合を把握する。

#### ② 本活動の実施内容：

1. ドローン飛行実証の実施
2. 営農・出荷管理サービスの市場調査

#### ③ 活動の実施時期

2021年9月14日～10月6日

### (2) ドローン飛行実証の実施

#### ① 目標

- ・実証現場にてリンドウのドローン機体への積み降ろしのオペレーションを確立する。
- ・ドローン飛行が現地のオペレーターにとってどれほどの難易度のものであるかの確認を行う。

#### ② 実施内容

- ・機体の飛行に際する重量バランスや着陸法を考慮した様々な荷積み方法を実際に試し、農場スタッフに積み降ろしのオペレーションを行ってもらおう。
- ・実証現場にてドローンの飛行を行い、操縦方法などに関する現地傭人のフィードバックを取

得する。

### ③ 結果／示唆

リンドウの荷積みに関しては、実証現場の農場において普段から花卉の運搬（徒歩）に使用されている「フラワーネット」と呼ばれるネットに花卉を積み、事前に本実証用のドローン機体に設置していた「ピン」にネットを引っかけることにより固定を行った。ネットが空中でバランスを崩してネットがプロペラに引っかかってしまうと非常に危険なため、重量が左右均等となるようにネットの中で花卉をずらして配置した。



図 16 フラワーネット

### ④ 課題と対応策

ドローン機体は重量 3kg まで運搬が可能であるが、ネットの上部を閉じて機体に設置する際に積める最大量が約 2kg であったため、今後運搬重量を増やすためには、ネットの改良が必要となる。

## (3) 営農・出荷管理サービスの市場調査

### ① 目標

- ・ 営農・出荷管理サービスの現状把握
- ・ サービスニーズ調査
- ・ 競合調査

### ② 実施内容

- ・ ルワンダ青年農業フォーラム（Rwanda Youth in Agribusiness Forum、以下「RYAF」）所属  
営農  
指導員へのヒアリング
- ・ 営農指導員と農協訪問
- ・ 農業保険会社へのヒアリング

### ③ 結果／示唆

営農指導サービスの現状は、主に農協や農業保険会社から依頼を受けて RYAF のような組織が営農専門家を派遣している。継続的な契約ではなく、不作時や病害虫診断の際に、農協などから要請を受けて専門家を派遣し、日給を受け取るというサービス形態である。サービス価格などは、ドローンによる営農指導サービスと比較した（表 6）。

営農指導員のサービスは圃場の一部を目視や土壌の成分調査によって分析を行い、分析結果にもとづいて営農指導を行っている。顧客の要望によって期限は 1 日から 3 日、価格は 90,000 RWF から請求している。ドローンによる営農指導サービスにおける価格は、現地営農指導員のサービス価格よりも高くなる見込みであるが、ドローンは広範囲をカバーできるという利点がある。営農指導員としても、人の手に頼った場合、圃場の一部しかサンプリングすることができず、圃場全体をカバーした分析結果を顧客へ提供するためにもドローンによる営農指導サービスを活用したいという声があった。

ルワンダ政府は、農家の組織化（農協）の推進を進めており、それにより同一作物を組織的に効率よく計画的に栽培できるようになることを目指している。農協の増加により、図のように同一作物の大規模な圃場が増えることが見込まれ、ドローンによる営農指導サービスのニーズも高まると予想される。

表 6 B.営農・出荷管理サービスの比較

	営農指導員	ドローンによる 営農指導サービス
対象作物	制限なし	花卉、稲、野菜など
価格	30,000~50,000 RWF / 日	データ取得：23,000 RWF / 日 / 人 データ分析：200,000 RWF/一式
1 回の指導/データ取得 にかかる期間	1~3 日	1~3 日
サービス料金	90,000~150,000 RWF	223,000 RWF~
1 回の指導でカバーできる 範囲	1~3 ha	3 ha~

調査団作成



図 17 キガリ州地区の稲作農協

ルワンダでは、農協の増加を一因として、家畜や穀物への農業保険サービスがここ数年開始された。ルワンダの保険会社の Sonarawa、Prime Insurance の担当者にヒアリングを行ったところ、保険料支払額の削減や、顧客農家の圃場のモニタリングのためにドローンの活用も検討したいという声があった。顧客候補を表 7 にまとめる。

表 7 B.営農・出荷管理サービスの顧客候補

顧客候補カテゴリー	対象作物	組織名
農協	フレンチビーンズ、唐辛子、アボカド	組織名は栽培作物・地域名によって名づけられる
大規模農家、輸出業者	花卉、コーヒー・茶	Bella Flowers、RWACOF、Gisovu Tea Company
農業保険会社		Sonarawa、Prime Insurance、Radiant Insurance

④ 課題と対応策

- ・ 事業化に向けた現地パートナーとの運営体制などの協議
- ・ 顧客開拓のための営業活動

以

上

# **Summary Report**

## **Republic of Rwanda**

### **SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for Increasing Added Value for Agriculture Utilizing Drones**

**November 2021**

**Japan International Cooperation Agency**

**Toyota Motor Corporation  
Rakuten Group, Inc.**

## Table of contents

Chapter 1. Background.....	26
( 1 ) Background of implementation of the Survey .....	26
( 2 ) Achievement target of the Survey .....	26
Chapter 2. Outline of the Pilot Survey for Disseminating Enterprise’s Technologies.....	27
( 1 ) Purpose.....	27
( 2 ) Activities .....	27
( 3 ) Information of Product and Technology to be Provided.....	27
( 4 ) Target Areas and Beneficiaries .....	28
( 5 ) Duration.....	28
( 6 ) Progress and Manning Schedule.....	28
( 7 ) Implementation System .....	29
Chapter 3. Achievement of the Survey .....	31
( 1 ) Outputs and Outcomes of the Survey.....	31
( 2 ) Details of achievement of the Survey .....	31
Chapter 4. Future Prospects .....	35
( 1 ) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country .....	35

Attachment: Outline of the Survey



## Chapter 1. Background

### (6) Background of implementation of the Survey

Rwanda has many hills throughout the country, and except the main roads, most roads in Rwanda are unpaved and rough, which makes it difficult to access the main roads from rural farms.

If a farmer would like to obtain long-term contracts in the export market, it is important to have a stable supply of quality products that satisfy the standards required by the buyer, and to estimate production volume and quality of the products in advance. However, since crop cultivation and quality control have mainly been managed manually in Rwanda, maintaining stable production quantity and quality is challenging.

In this project, demonstration of [A. Drone logistics service](#) and [B. Farming and shipping management service](#) are implemented. In [A. Drone logistics service](#), it is aimed to develop transportation system using flight drones between farms and main roads. In [B. Farming and shipping management service](#), it is aimed to support farmers using ground-running drone with a camera and sensor. The ground-running drone collects photographic data, and with analyzing data and making a report, farmers can plan production and improve the quality of the products.

### (7) Achievement target of the Survey

- a-1) Permits and regulations related to the drone business are confirmed and the discussions with the Rwandan government on permits and licenses for future business expansion have begun.
- a-2) Market and customer needs in value-added crop export markets are identified and competitor trends become clear.
- a-3) Key actors in the value chain, including suppliers, distributors, and local partners are identified and listed.
- b-4) Technology transfer methods for ground-running drone operation to local personnel are established so that the operations can be carried out by local personnel alone.
- c-5) Technical verification of flying drone in the Rwandan environment are conducted and technical specifications for local operations have been presented.
- c-6) Technical verification of data collection by a ground-running drone in the Rwandan environment are conducted, and technical specifications for local operations have been presented.
- c-7) Based on the results of this demonstration, the economic and development effects of a model for promoting value-added agricultural products export model using drones in the target area are examined.
- d-8) A business plan and policy after the completion of this project are formulated.

## Chapter 2. Outline of the Pilot Survey for Disseminating Enterprise's Technologies

### (8) Purpose

Purpose of this pilot survey is to improve agricultural logistics and to support farmers' quality control and shipping management utilizing drones. In this project, demonstrations of [A. Drone logistics service](#) and [B. Farming and shipping management service](#) are implemented. In [A. Drone logistics service](#), it is aimed to develop a delivery system using drones between farms and main roads. In [B. Farming and shipping management service](#), it is aimed to support farmers using ground-running drones with attached cameras and sensors. The ground-running drone collects photographic data, and by analyzing the collected data, farmers can plan production and improve the quality of the products.

### (9) Activities

- Market Research for [A. Drone logistics service](#) and [B. Farming and shipping management service](#)
- Technological demonstration of a flying drone and a ground-running drone
- Training on data collection using a ground-running drone

### (10) Information of Product and Technology to be Provided

#### [A. Drone logistics service](#)

The specifications of the flying drone used in the demonstration: flight distance 15 km, maximum speed 72 km/h (horizontal), maximum flight time 50 minutes, maximum payload 3 kg. The flying drone is fully automated for takeoff, flight, and landing on the programmed flight path.

#### [B. Farming and shipping management service](#)

The ground-running drone used in the demonstration has a sensor function and can move on rough roads. It takes photos of the objects with the attached camera, and is suited for monitoring flowers from the side. The company has been providing consulting services to farmers in Japan on based on the data collected through this method.



Flying Drone



Ground-running Drone

**( 1 1 ) Target Areas and Beneficiaries**

Demonstration Objects: flowers for export for both drone delivery and crop monitoring.

Potential Local Partners and customers

Potential Local Partners	Potential Customers
<ul style="list-style-type: none"> <li>● LYV Ltd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Agricultural Insurance Companies (Sonarawa, Prime Insurance, Radiant Insurance)</li> <li>● Agricultural cooperatives (producing export crops such as French beans, Red pepper, and Avocados)</li> <li>● Large-scale farmers and exporters (Flowers, Coffee and Tea)</li> </ul>


**( 1 2 ) Duration**




















The project period is from July 2019 to January 2022 :31months

**( 1 3 ) Progress and Manning Schedule**

Legends:

Activities in Rwanda 

Activities in Japan 

	2019 3Q	2019 4Q	2020 1Q	2020 2Q	2020 3Q	2020 4Q	2021 1Q	2021 2Q	2021 3Q	2021 4Q
<b>Major Activities</b>										
Market Research										
										
Training to operate ground-running drone										
										
Technological demonstration for ground-running drone										
Technological demonstration for flying drone										
										
Manning Schedule: See ( 7 ) Implementation System to check each role										

	2019 3Q	2019 4Q	2020 1Q	2020 2Q	2020 3Q	2020 4Q	2021 1Q	2021 2Q	2021 3Q	2021 4Q
Toyota Motor Corporation										
Rakuten Group, Inc./ACSL Ltd.										
ACSL Ltd.										
Drone Japan Co., Ltd.										
IC Net Limited										
Bloom Hills Rwanda										
LYV Ltd.										
KCRC										

**( 1 4 ) Implementation System**

Companies	Roles	Details of Responsibilities
Toyota Motor Corporation (Project Lead)	Chief of Operations Formulation of the business plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Overall summarization</li> <li>Formulation of the overall business plan</li> <li>Shipping management service demonstration</li> </ul>
Rakuten Group, Inc. (Co-Lead)	Deputy Chief of Operations Formulation of drone logistics business plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Drone logistics software demonstration</li> <li>Construction of drone logistics operation flow</li> <li>Formulation of drone logistics business model</li> </ul>
ACSL Ltd.	On-site demonstration and verification of drone logistics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technical verification of drone logistics hardware</li> </ul>
Drone Japan Co., Ltd.	Demonstration and verification of ground-running drone and data services for farmers	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demonstration of ground-running drones and consideration of improvements for the utilization of local technology</li> <li>Demonstration and development of the sensor technology for data services for farmers</li> </ul>
Specialist Consultant (Not disclosed since it is a personal name)	Demonstration and verification of ground-running drone	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verification of image data acquisition methods and data analysis for ground-running drone systems</li> </ul>
IC Net Limited	Market Research Drone Regulation Survey	<ul style="list-style-type: none"> <li>Market demand and business environment research</li> <li>Drone regulations</li> </ul>

Companies	Roles	Details of Responsibilities
	Development Issues and SDGs Survey Business coordination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development Issues and SDGs survey</li> <li>• Business coordination</li> </ul>
Bloom Hills Rwanda	Preparation for demonstration, management of site and equipment, investigation of customer demands at horticultural agricultural sites in Rwanda, provision of knowledge on technology transfer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparatory support for this demonstration project and management of the site</li> <li>• Storage and maintenance of drone aircraft</li> <li>• Listing of potential customers; Rwandan horticultural farms, exporters, logistics/retailers, etc., interviews on customer needs, market size survey</li> <li>• Support in knowledge transfer to local agricultural personnel</li> </ul>
LYV Ltd.	Support with demonstration, Survey on the possibility of local utilization proposed technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support for data collection using drones on farms</li> <li>• Research and proposal on the possibility of local utilization of proposed company technology</li> </ul>
Kigali Collaborative Research Center	Measurement of economic impact of drones and investigation of social acceptability	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Survey on the Economics of Drone Business</li> <li>• Survey of acceptability of drones by neighboring residents</li> <li>• Support for negotiations with local governments on drone regulation</li> </ul>

## Chapter 3. Achievement of the Survey

### (4) Outputs and Outcomes of the Survey

#### A. Drone logistics business

With the current cost of drones, there is little economic advantage for drone delivery of agriculture products in the market. However, with the rising wage in Rwanda and reduction of manufacturing costs of flight drones, it may come the future that flight drone would have economic advantages, especially with light and high-value products which need to be kept fresh.

#### B. Farming and shipping management services

Rwandan government promotes earning foreign currency through the improvement of the quality and yield of agriculture products in the country. In addition, through market research it was found that proposed service has demand from the users and it offers economic benefits compared with how conventional farming instructions are provided.

Comparison with conventional farming instructions  
and B. Farming and shipping management services

	Farming instructor	Farming and shipping management service using drones
Target crops	No restrictions	Flowers, rice, vegetables, etc.
Price	30,000 to 50,000 RWF/ day	Data collection: 23,000 RWF/ day / person Data analysis: 200,000 RWF/ set
Time required for one guidance/data collection	1-3days	1-3days
Service charges	90,000~150,000 RWF	223,000 RWF~
Range that can be covered by one guidance	1~3 ha	3 ha~

### (5) Details of achievement of the Survey

- a-1) Permits and regulations related to the drone business are confirmed and the discussions with the Rwandan government on permits and licenses for future business expansion have begun.

**(Achievement)** Obtained local flight permits and licenses for demonstration and confirmed the Rwanda government's licensing system and regulations.

- a-2) Market and customer needs in value-added crop export markets are identified and competitor trends become clear.

**(Achievement)** The potential market has been identified, but the cost-effectiveness for users will be important for commercialization.

- a-3) Key actors in the value chain, including suppliers, distributors, and local partners are identified and listed.  
**(Achievement)** A leading local partner has been found in farming and shipping management service. In addition, flower farms, agriculture cooperatives and agriculture insurance companies have been found to be potential customers.
- b-4) Technology transfer methods for ground-running drone operation to local personnel are established so that operations can be carried out by local personnel alone.  
**(Achievement)** The operation by local staff was successful for data collection and transmission of farming and shipping management services.
- c-5) Technical verification of the flying drone in the Rwandan environment are conducted and technical specifications for local operations have been presented.  
**(Achievement)** It was confirmed that there was no technical issue.
- c-6) Technical verification of data collection by a ground-running drone in the Rwandan environment are conducted, and technical specifications for local operations have been presented.  
**(Achievement)** The drone has been successfully modified to fit local conditions.
- c-7) Based on the results of this demonstration, the economic and development effects of a model for promoting value-added agricultural products export model using drones in the target area are examined.  
**(Achievement)** Since the drone's manufacturing and operating cost are still high, [A. Drone logistics service](#) would not be commercialized in the short term. On the other hand, [B. Farming and shipping management service](#) has competitive advantages in the market and customer demand.
- d-8) A business plan and policy after the completion of this project are formulated.  
**(Achievement)** As mentioned above, [B. Farming and shipping management service](#) has high potential to satisfy the needs in Rwanda in the short term. However, as the demonstration has only been done with flowers , additional demonstrations would be needed.



Technical Demonstration - Ground-running Drone



Ground-running Drone Operation Training



Market Research - Rose farm



Market Research - Farm Management at a Rose farm



Training on Data Handling



Technical Demonstration - Ground-running Drone





Market Research – Horticulture Organization



Market Research – French Beans farm



Market Research – Agricultural Cooperative



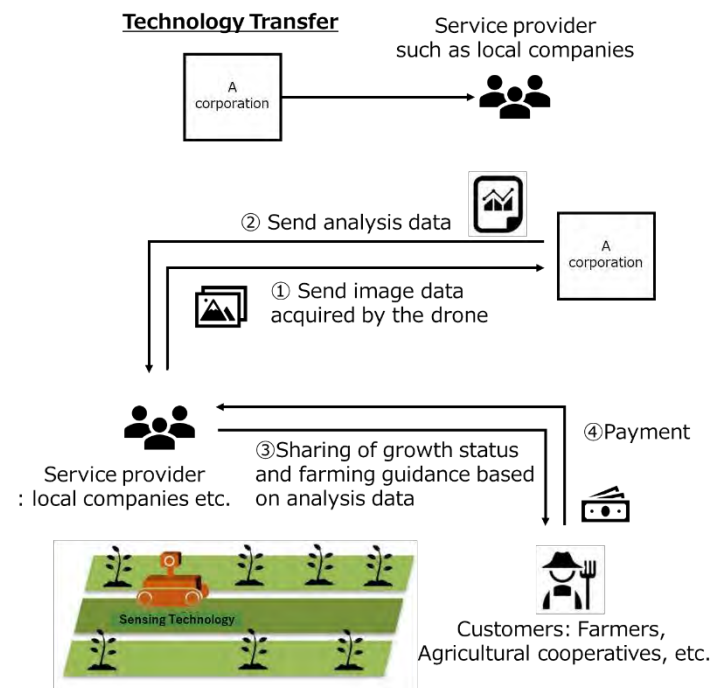
Technical Demonstration - Flying drone

## Chapter 4. Future Prospects

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

Since flight drone's manufacturing and operating cost are still high, A. Drone logistics service would not be commercialized in the short term. However, as the labor costs in Rwanda will be increasing and the costs for drones would be reduced with future innovation, there is a potential in utilizing drone for delivering agricultural products.

On the other hand, B. Farming and shipping management service has cost advantage in the market and has customer demands. With this service, farmers can plan production and improve the quality of the agriculture products, which would increase their income and improve quality of life. As the survey demonstrated only for a specific crop of flowers, additional demonstration would be needed.



Business model of B. Farming and shipping management service



**SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for  
Increasing Added Value for Agriculture Utilizing Drones  
(Toyota Motor Co., Rakuten Inc.)**



**Development Issues Concerned in Agriculture Sector**

- Lack of rural infrastructure and high delivery cost
- Production and information management for securing stable quality and quantity of agriproducts
- Constraints in increasing agricultural export due to the two factors mentioned above

**Products/Technologies of the Company**

- Delivery services for agriproducts using drones
- Support services for farming and shipment management based on data captured by rover-type drones

**Survey Outline**

- Survey Duration: July 2019~March 2022
- Country/Area: Kigali, Rwanda
- Survey Overview: The goal is to increase export of high-value agriproducts by ensuring their stable quality and quantity, by improving access between rural farms and major roads using drones, and by supporting product management through data captured by rover-type drones.



**How to Approach the Development Issues**

- Collecting and gathering high-value agriproducts for export market using drone and selling the products to exporters or directly to the export market

**Expected Impact in the Country**

- Enabling “next-gen infrastructure development” with lower cost and shorter duration, as opposed to time and cost consuming conventional infrastructure
- Contributing to income increase for farmers by driving export of high-value agriproducts through farming and shipment management by data