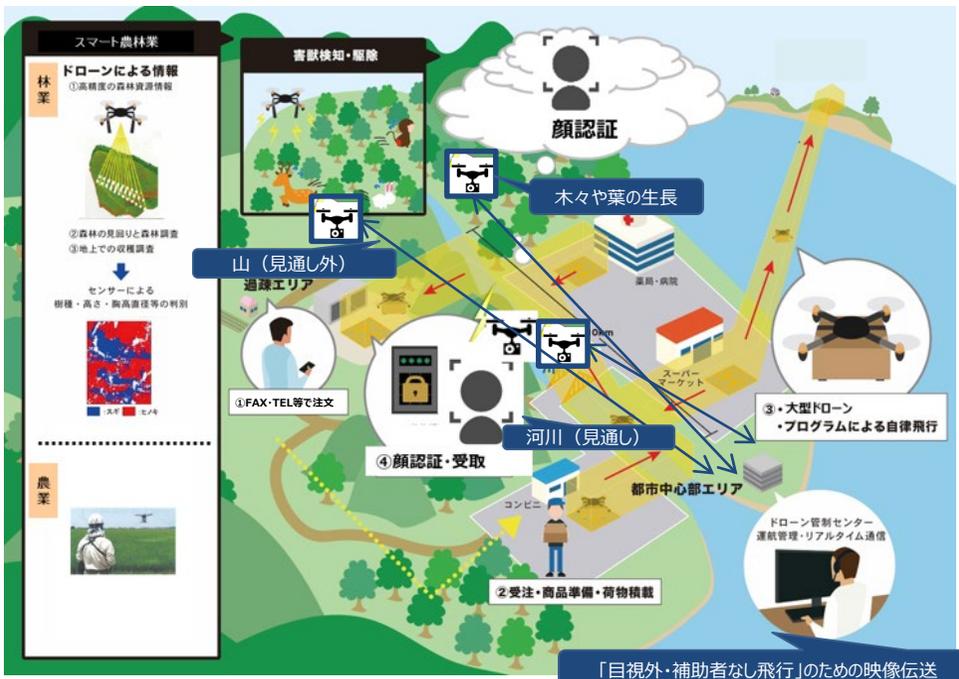


株式会社Future Dimension Drone Institute

中山間地域における大型ドローンの目視外・補助者なしによる安心・安全かつ効率化されたIoTシステム構築実証

実施団体	株式会社Future Dimension Drone Institute(以下FDDI社)、岡山県和気町、和気商工会、買い物サポートさえき運営協議会、株式会社NTTドコモ、株式会社エアロロジーラボ
実施地域	岡山県和気町
事業概要	慢性的な労働力不足に陥ることが確実な少子高齢化社会において、特にその影響が大きい中山間地域の次世代ユニバーサルサービスや一次産業を支える省人化インフラとして、長時間・長距離飛行、大容量運搬を可能とする大型ドローンが有望である。大型ドローンに最新のIoTシステムを活用したり、複数無線システムを組み合わせ、「常時映像伝送」や「顔認証」機能を実現する。これにより、目視外・補助者なし運用の大型ドローンに特殊カメラを搭載し、点群データやNDVI(葉色)データ等を収集・解析し、「過疎地買い物支援」、「水稻生育診断」及び「害獣パトロール」等、多用途・多事業者でシェアリングして活用するサービスの成立性を実証する。

実証内容



実証成果

電波伝搬に係る知見等

ドローンの目視外・補助者なし飛行に必要な「常時映像伝送」を、複数の無線システムを用いて評価し、利用環境ごとの伝送状況分析と他地域展開に向けた考慮要素を整理する。

■【対象の無線システム及び検証項目】LTE(ドローンSIM搭載)とWi-Fi(2.4GHz/920MHz等)を用いて、常時映像伝送の可否および電波伝搬特性などを分析する。

■【想定利用環境】ドローンの飛行経路は10km程度に及び、経路中には山林(見通し外)、木々や葉の生長(見通し状況に時期変化あり)、河川上空(長距離見通し)など変化に富む。他地域展開も見据え、利用環境に応じた無線システムの選択・組合せに関する実証成果の整理を行う。

IoTサービスの効果(KPI)

■中山間部の集落における日常の買い物支援ないし災害時の物資供給
目視外・補助者なしのドローンの飛行においても安全で効率的な物資配送を目指す。
(指標)ドローン配送に携わる人員の削減効果(目標:1,040人・日/年,結果:980人・日/年)
到着時間順守率及び飛行トラブル回数(飛行トラブル回数:目標1回 結果5回)
映像伝送の処理速度の維持及び通信の継続時間(実証前:データなし、実証後:実証を行う上で問題なし(LTE及びWi-fiで計測))

■過疎地における事業の収益性の実現
配送実証による買い物支援に加えて、農業、林業及び獣害対策といった地域課題にドローンを活用した実証を行い、ドローンを活用した事業及びビジネスモデルについて検討した結果、「災害対策をベースとした多用途シェアリングビジネスモデル」を提案する。

株式会社Future Dimension Drone Institute

中山間地域における大型ドローンの目視外・補助者なしによる安心・安全かつ効率化されたIoTシステム構築実証

■ 実証地域の基本情報

地域名：岡山県和気町
 面積：144.21 km²
 人口：14,189人（2019年8月末）
 地域特性：
 岡山県の東南部に位置し、
 東西に山陽自動車道とJR山陽線が走る。

◆ドローン配送では
 和気ドームを出発地点とし
 田土（22世帯43人）
 津瀬（17世帯44人）
 南山方（26世帯59人）を
 配送地域とする。
 （人数／世帯数はR1.7月末時点）
 矢印で配送ルートを示す。

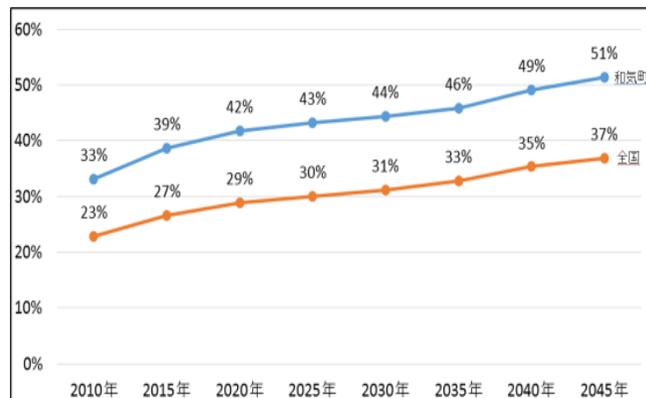
【農業】
 担い手不足により、和気町の
 コメの作付面積が減少している。
 H25 508ha → H30 449ha
 ※和気町調べ

【害獣】
 被害面積及び被害額（和気町全体）
 ・H28…301a、約146万円
 ・H29…474a、約218万円
 ・H30…466a、約263万円
 ※東備農業共済事務組合資料より



和気町の高齢化率について

◆和気町の高齢化率が51%と、全国平均よりも高い状況にある。

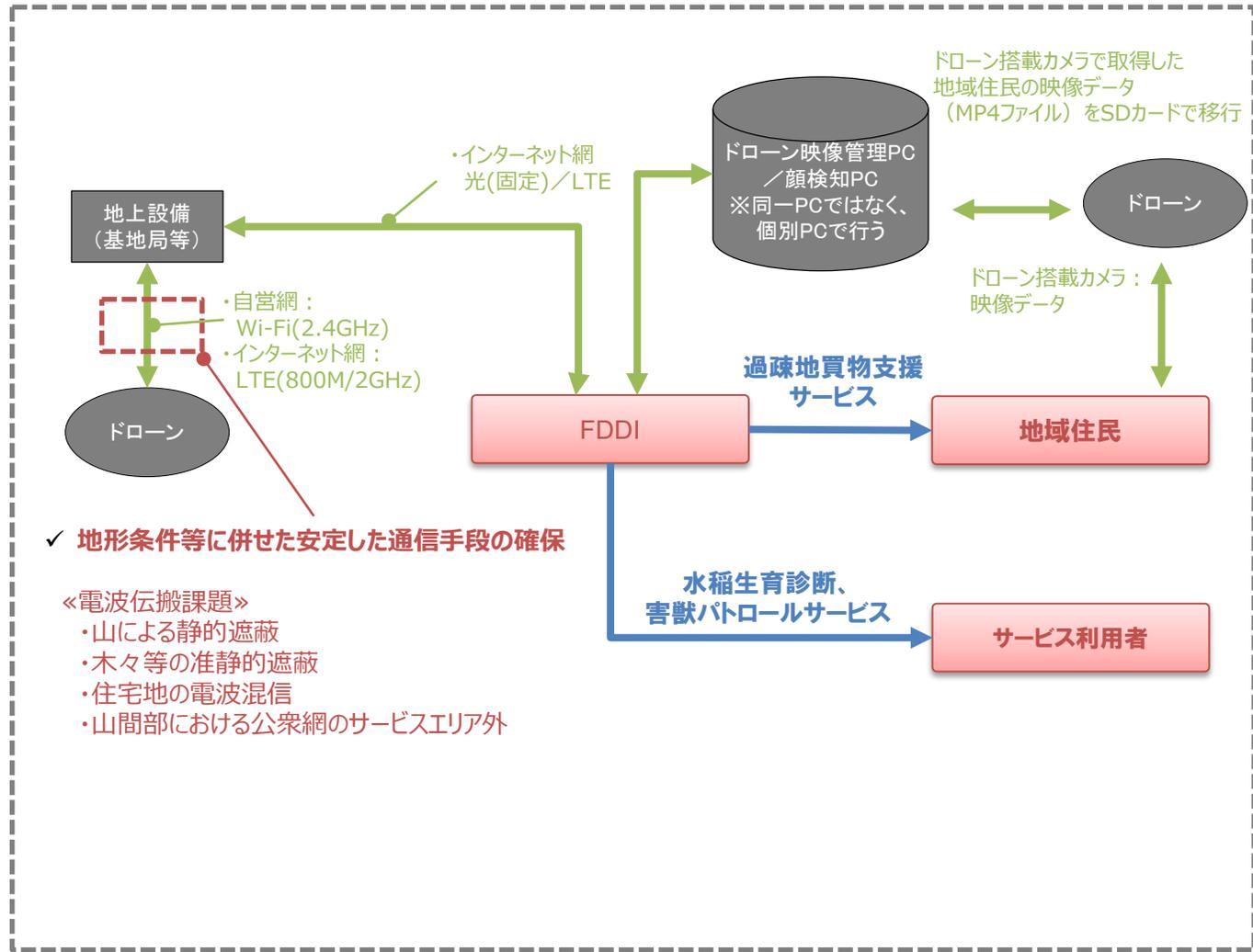


高齢化率：（住民のうち65歳以上の方が占める割合）
 2015年までは国勢調査の数値、2020年以降は、国立社会保障・人口問題研究所による推計値。

和意谷

◆の箇所でLTEの電波測定を実施する。

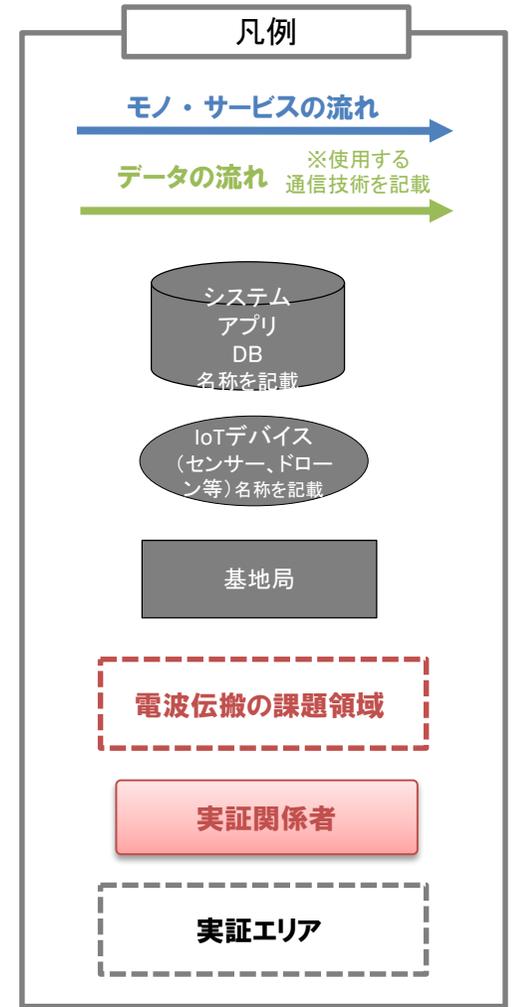
ガイドライン作成に向けた整理(システム構成図)



✓ 地形条件等に併せた安定した通信手段の確保

《電波伝搬課題》

- ・山による静的遮蔽
- ・木々等の准静的遮蔽
- ・住宅地の電波混信
- ・山間部における公衆網のサービスエリア外



株式会社Future Dimension Drone Institute

中山間地域における大型ドローンの目視外・補助者なしによる安心・安全かつ効率化されたIoTシステム構築実証

■ 活用するデータと状況

センシング対象	データの種類	データの収集手法	データの量	データの活用方法と効果
地上の様子 人/車両/構造物	映像 音声	Zao-S（映像伝送用通信 端末）による常時映像伝送 ドローンに装着(航行中)	約30min ×5回	地上の様子から航行状況を把握し、非常時に遠隔での制御を行う参考情報として活用する。
ドローン機体情報	位置情報 高度 バッテリー残量	自動操縦アプリ及び ドローン管理サービスにて 航行中及び航行後に取得	15飛行分	ドローンの機体情報を把握し、非常時などに遠隔で制御を行うための参考情報として活用する。
圃場 (刈り取り前)	画像	マルチスペクトルカメラ により撮影	画像800枚 2箇所×3回飛行	NDVI（葉内の水分量）センサー等により土壌データを分析して、効率的な生育サービスにより、省人化を図る。
害獣	画像	赤外線 センサー	2箇所×5回飛行	赤外線センサー等により害獣生息状況データを収集し、移動傾向を分析し、獣害駆除施策の検討に活用する。
針葉樹 (スギ)	画像	ドローン搭載カメラ	約3MBの画像を 200枚程度	エリア毎の木の本数、1本毎の直径、高さ、位置を自動で算出・記録し、「森林資源量調査」の効率化・省力化に活用する。
映像品質	映像	Zao-S（映像伝送で使う通 信端末名）による 常時映像伝送の録画	約10sec ×3回	複数のドローンパイロットの目視により、ドローン物流を円滑に遂行できる画質、映像を蓄える容量、処理能力などを比較検討する。
配送事業に 対する住民の声 (アンケート)	紙	配送実証終了後、各地区ア ンケートを実施	A4用紙 両面30枚	来年度以降、配送を行う際に本アンケートを参考に配送内容（到着日時、配送商品など）の決定を行う。
和気町の 気象データ	天候 風速	実験終了ごとに記載した 日報と機体搭載の センサーより取得	15飛行分	来年度以降、和気町内で同様の実証を行う際に本データを参考にし、適切な運用方法を検討する。

①大型ドローンにおける地域課題解決サービスの技術的実証

物流分野／農業分野／林業分野／害獣駆除の各分野における安全面、運用面、コスト面からの課題を抽出する。

②上記課題検討を通じた大型ドローンの多用途シェアリングビジネスモデルの検証

③大型ドローンにおける電波伝搬の検証

実証実験①配送



【短期KPI :

配送業務工数削減効果】

1,040人・日/day→980人・日/年
(33%削減)

実証実験②農業



【短期KPI :

圃場センシング業務時間削減効果】

100分/1ha →15分/1ha
※従来手法との比較（現場作業時間）
(85%削減)

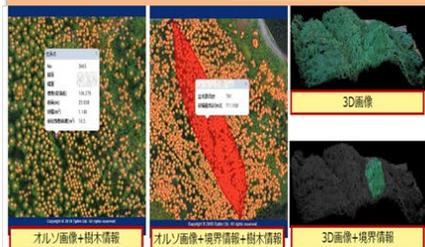
実証④害獣駆除

【短期KPI :

害獣センシング業務時間削減効果】

110分/100ha→15分/1ha
※従来手法との比較（現場作業時間）
(86%削減)

実証実験③森林測量



【短期KPI :

森林測量工数削減効果】

5.5人・日/1ha→1.0人・日/1ha
※従来手法との比較（現場作業時間）
(82%削減)

出典：石川県/コマツ/株式会社オプティム

■ 実証事業の進捗概要

①大型ドローンにおける地域課題解決サービスの技術的実証

・物流分野

2019年10月1日、ドローンに搭載したカメラからのリアルタイム映像において、上空60mから地上の車両を識別できることを確認した。

ドローン宅配サービス管理システム・運用体制の構築を行い、10月8日より配送サービスをスタートさせた。

毎週火、木、金の週3回配送をサービスを実施しており、2019年10月8日から10月22日の期間で6回、12月3日から12月20日の期間で7回配送を実施した。また、その他にも取材・視察対応として2回ドローン配送を行った。

顔認証システムの検証については、12月15日に実施し、ドローン搭載のカメラにより顔認証が可能であることを確認した。

実験条件① ドローンをホバリング状態で5m先の人物を撮影→事前登録した同じ人物との類似度71～75%

実験条件② ドローンを着陸させた状態で1m先の人物を撮影→事前登録した同じ人物との類似度78～86%

実施状況

ヘリポート監視・リアルタイム映像(コックピット)



顔認証システム

認証情報詳細

登録された顔画像	
認証された顔画像	
全体画像	

2020/01/28
18:16:16
Camera1
■ 類似度 73.3

個人ID	00000001
名前	延原様
種別	お客様
性別	男
年齢	
会社	
所属	
備考	

■ 実証事業の進捗概要

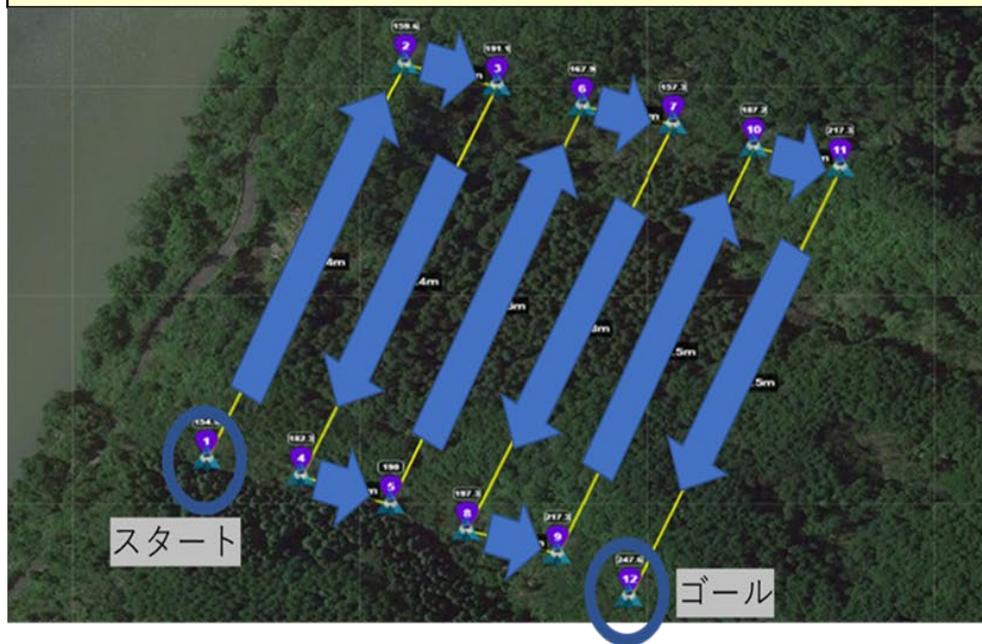
①大型ドローンにおける地域課題解決サービスの技術的実証（続き）

・林業分野

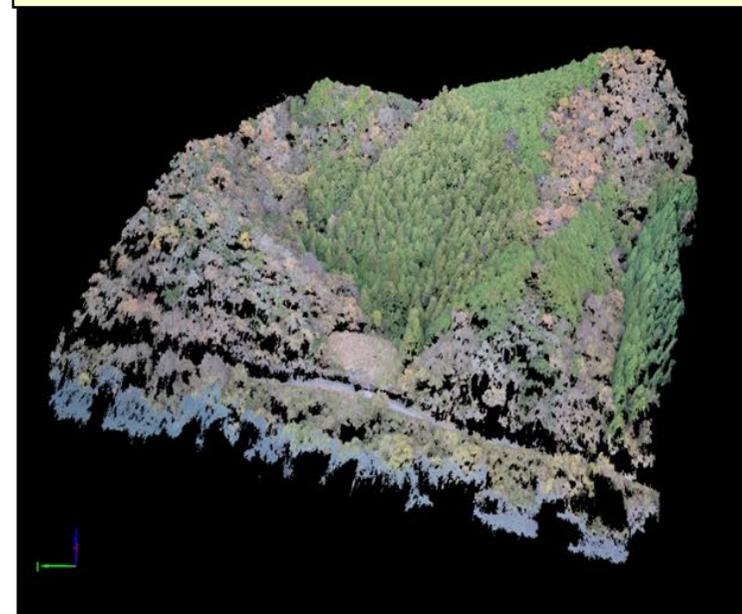
2019年12月3日から12月6日の期間において、大型ドローンにカメラを搭載し、高度120mから森林空撮を実施した。本実験では24分の時間をかけて、2 haの面積を撮影し、ドローンに搭載したカメラで撮影した画像を用いて森林の点群データを作成可能なことを確認した。今後、点群データの活用方法として、倒木などの現況把握や任意エリアごとの木の本数、1本ごとの直径、高さ、位置の自動算出を検討している。

実施状況

森林空撮 飛行経路



撮影画像から作成したオルソデータ



■ 実証事業の進捗概要

① 大型ドローンにおける地域課題解決サービスの技術的実証（続き）

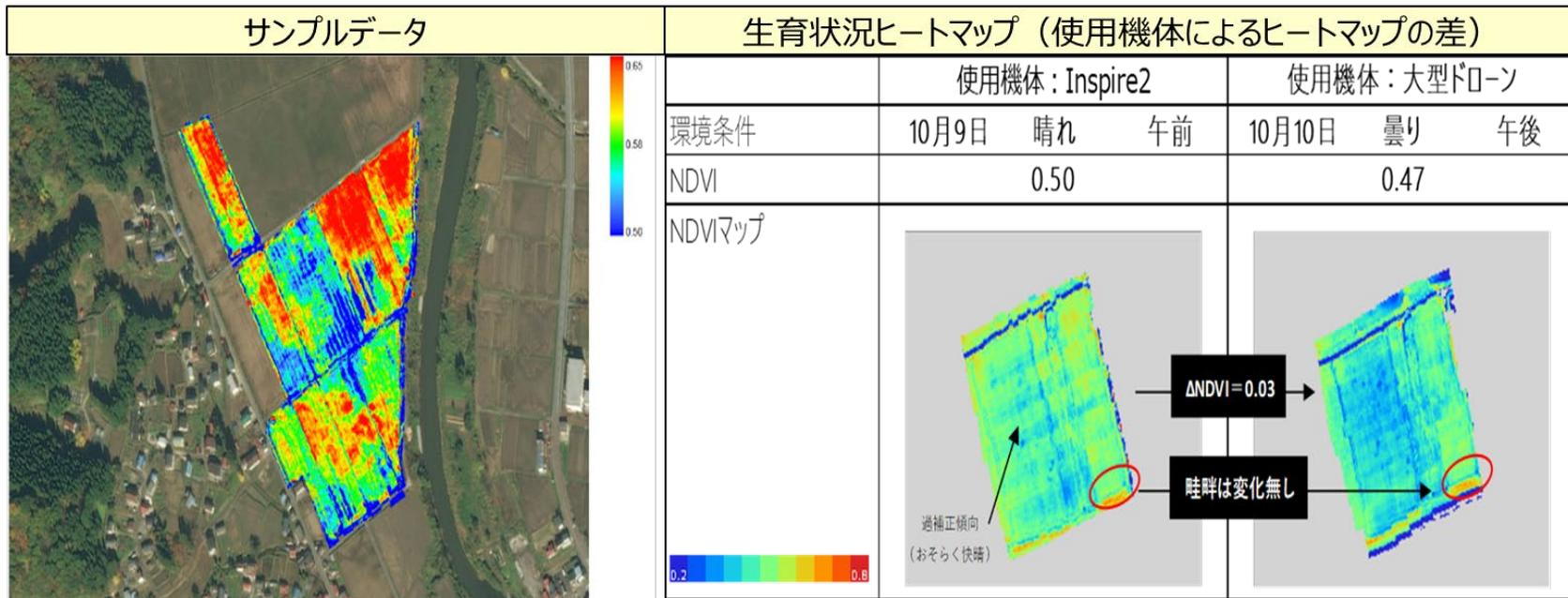
・農業分野

大型ドローンにマルチスペクトルカメラを搭載し、10月7日から10月10日までコメの生育状況の撮影を行い、撮影映像を基にヒートマップを作成した。

撮影した写真から、稲の実り具合や倒伏が判別可能であり、大型ドローンと他汎用機体とのセンシング精度の誤差が見られないことが分かった。

NDVI指標を用いることにより、天気や気温といった環境要因を排除した値で評価が可能となる。

下図の赤い部分がNDVI値の高い部分であり、NDVI値が高ければ高いほど生育状況が良いことを示している。



実施状況

■ 実証事業の進捗概要

①大型ドローンにおける地域課題解決サービスの技術的実証（続き）

・害獣駆除分野

2019年12月18日から20日の期間において、大型ドローンに赤外線カメラ（FLIR VUE PRO）を搭載し、森林上空から撮影することで害獣センシングを実施したが、本実証中、害獣を発見はできなかった。

そこで、草むらに人員を配置し害獣と想定し、撮影することによって、実証を行った。

平地においては、高度100mから人を検知できたことから、赤外線カメラ（FLIR VUE PRO）は害獣のセンシングにおいて有効なものであることが分かった。

高度ごとの撮影結果			
高度 (m)	平地	草原	山間部(常緑樹直下)
40	○	○	
60	○	○	
80	○	○	
100	○	○	△
120	×	×	×

※△は熱源は認識可能であるが、生物かどうか判別不能

高度80mからの平地撮影映像



高度100mからの山間部撮影映像



■ 実証事業の進捗概要

② 上記課題検討を通じた大型ドローンの多用途シェアリングビジネスモデルの検証

本実証実験では、大型ドローンを用いて配送実験、森林測量実験、農地確認実験、害獣パトロール実験を行ったが、どの分野においても一つの分野だけでは初期の導入コストを収益で短期には回収できないため、単独の事業によるビジネス・収益化は難しいという課題が上げられた。

そこで解決策として、地方自治体及び地域で災害対策用としてドローンを購入またはレンタルし、平時の際には様々な用途にドローンを貸出する「災害対策をベースとした多用途シェアリングビジネスモデル」が現実的と考える。災害対策をベースとしたのは住民アンケートの結果から有事の際にドローンがあるという安心感という声が多く寄せられたことも一つの理由である。

具体的には、有事の際（豪雨や台風といった水害による集落孤立など）に使用できるようにドローンの維持・管理を行う。そして、平時の際には住民からの依頼に応じた配送、測量、農業分野でのドローンの活用、また自治体の業務を効率化するためのドローンの活用（例えば、農地管理や害獣搜索）を行う。これにより、ドローンの稼働率を向上させることができる。と考える。

③ 大型ドローンにおける電波伝搬の検証

NTTドコモ社が選定した電波伝搬において課題があると想定される4地点（選定箇所及び想定される課題は次ページに記載。）において、2019年10月29日から10月31日まで、電波伝搬検証（LTE及びWi-Fiの電波測定）を行った。

ドローンの飛行操作で使用する周波数（2.4GHz帯）と映像伝送で使用予定のWi-Fi（2.4GHz帯）の周波数が近く、混信する可能性があることが判明した。

また、冬季（2020年1月20日から1月22日まで）にも同様の実験を行い、遮蔽物（木の葉など）による影響の違いを検証したが、季節変動による差異は見られず、同様に混信することがわかった。

■ 実証事業の進捗概要

実施状況



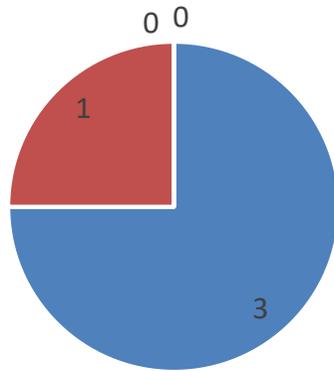
株式会社Future Dimension Drone Institute

中山間地域における大型ドローンの目視外・補助者なしによる安心・安全かつ効率化されたIoTシステム構築実証

■ 実証事業の成果（配送）

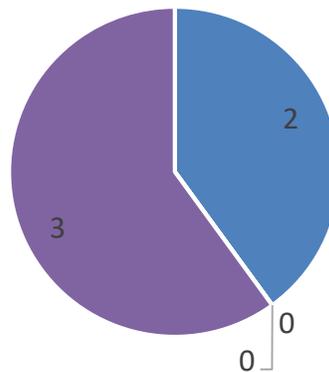
地区	注文世帯数	合計配送回数	世帯当たりの平均利用額	合計金額
田土地区	4世帯	3回	1,440円	4,320円
津瀬地区	5世帯	17回	3,853円	19,267円
南山方地区	14世帯	8回	1,010円	14,144円

注文回数（田土地区）



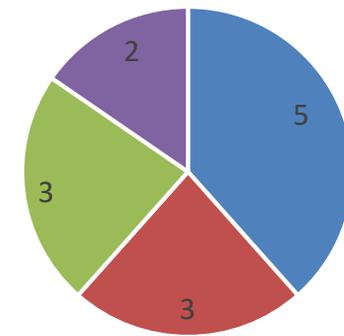
■ 1回 ■ 2回 ■ 3回 ■ 4回以上

注文回数（津瀬地区）



■ 1回 ■ 2回 ■ 3回 ■ 4回以上

注文回数（南山方地区）



■ 1回 ■ 2回 ■ 3回 ■ 4回以上

■ 実証事業の成果（配送）

・配送にかかる人員の削減

実証開始当初（10月上旬）、配送に5人（並走車運転手、緊急時の操縦者、並走車内監視員、FDDI本社監視員、配送先待機要員）の人員をかけていたが、実証を重ねる中で、映像伝送システムを活用した運用に問題無いことが分かってきたため、並走車内監視員及び配送先待機要員の配置が不要と判断し、12月中旬の実証では、配送にかける人員を3人に削減することが出来た。

・ニーズの分析（実証終了後のアンケート参照）

注文者の100%が65歳以上の高齢者であった。

ドローン配送を利用した中で、複数回利用した住民が55%を超えることからニーズは存在するといえる。

田土地区において注文金額が少なく需要が少なかった要因として、他の地域に比べてスーパーまでのアクセスがよかったことが考えられる。

顔認証実験ではドローン搭載のカメラより、住民の顔を認識させられることがわかった。

商品の種別では、例えばちくわや豆腐など日配食品の注文数が最も多く、注文したその日に届くという特性からと考えられる。

配送商品において、「常温管理する食品」と「常温管理する食品以外」の売り上げがおよそ8：2である。また、常温管理する食品以外に該当する「生鮮食品や冷凍食品」の品質管理マニュアルを作成することにより、生鮮食品・冷凍食品の安全性を高めることによって多くの注文が入ると考えられる。

・実証を通じて明らかとなった気づきや課題

実証終了後のアンケートでは「悪天候時に配送が中止になる」、「到着時間が一定でない」、「重いものは頼めない」、「医薬品の配送も行ってほしい」といった意見も寄せられた。

■ 実証事業の成果（電波伝搬）

・実証の成果

和気町の電波測定箇所において上空のLTE電波環境が問題ないことを確認した。

実証前：不明 実証後：和気ドームから田土間のドローン飛行に必要なLTE電波環境に問題なし。

南山方、長楽の滝、父井原、和意谷の上空にてLTE電波環境に問題なし。

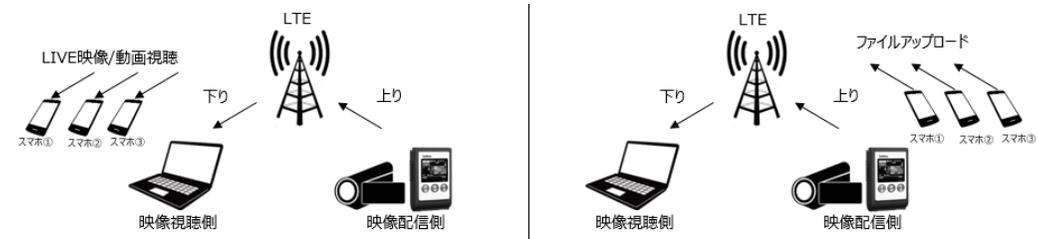
・LTE：データ混信(負荷)試験

LTEによる映像伝送時に、スマートフォン等で映像ストリーミングサービスを用いて動画を視聴することでデータ混信状況を再現し、システムが利用可能か検証した。

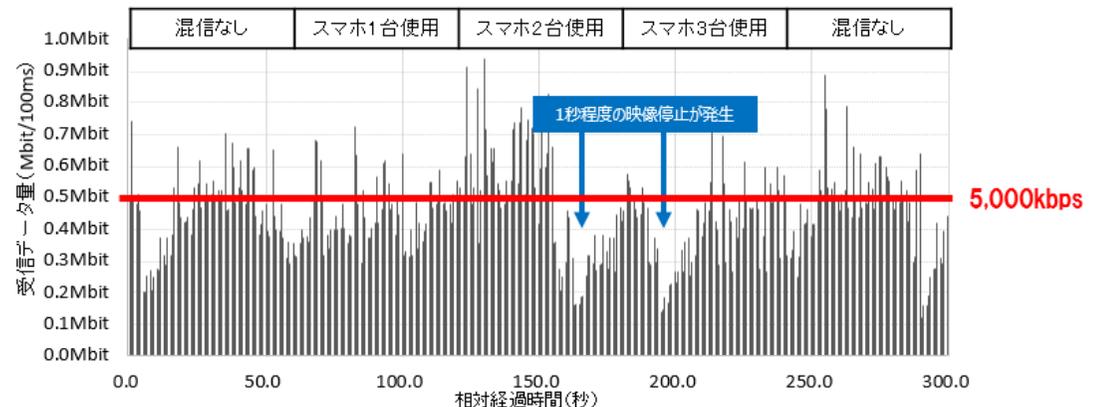
映像伝送は、上り回線及び下り回線においても2,000kbps以下の通信であれば、試験時も問題なく利用できている。

ただし、5,000kbpsの場合は映像の停止が発生しており、5,000kbps程度の高精細な映像を必要とするような場合はデータ混信が少ないと思われる時間帯等を検討する必要があると思われる。

【データ混信試験イメージ】



【映像停止発生時の例（5,000kbps）】



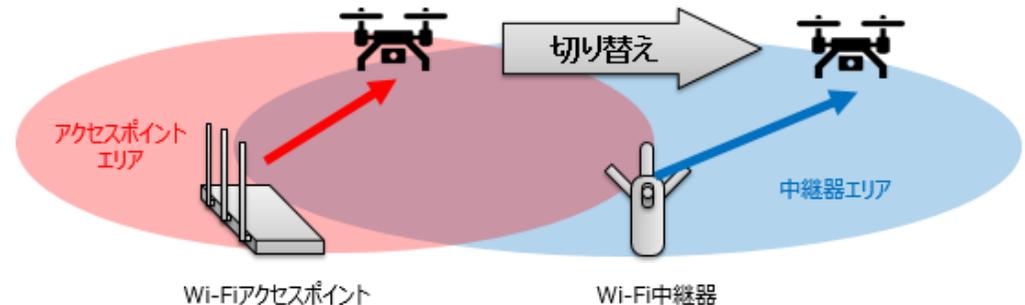
■ 実証事業の成果（電波伝搬）

・Wi-Fiのエリア拡大にむけた試験

市販品のWi-Fi中継器を用いて、通信範囲を60m以上へエリア拡大を実施できるかを本実証構成で実施した。

通信が途絶えてから30秒以内であれば映像伝送に必要な通信の復帰は可能であるが、測定時はWi-Fiアクセスポイントから中継器への切り替えに78秒の時間が必要であったため、中継器によるエリア拡大は困難な可能性がある。

【Wi-Fi中継によるエリア拡大のイメージ図】



・実証を通じて明らかとなった気づきや課題

電波伝搬の実証から、中山間部において目視外・補助者なしのドローン航行を行う上での通信手段としてはLTE（携帯電話）が有効なものとする。

ただし、山奥等においてはLTE電波の弱電箇所、サービスエリア端、サービスエリア外の箇所が存在する可能性があるため、事前に航行ルート上の通信を確認し、状況に応じて航行ルートの見直し、一部区間の補助者配置、代替通信手段の確保等の検討を行う必要が出てくる。

なお、Wi-Fiは、広域の通信環境の構築が困難であり、2.4GHz帯における混信（外来波/ドローン2.4GHz通信等）が存在する可能性があるため、目視外補助者なしにおける映像伝送用の通信環境として本実証構成には適さなかった。

ただし、連続性のある通信（リアルタイム通信）を必要としない、目視内のドローン飛行であれば、簡易・安価に用意できる通信が有用なものとする。

中山間地域における大型ドローンの目視外・補助者なしによる安心・安全かつ効率化されたIoTシステム構築実証

■ 実証事業の全体構造 (ロジックツリー)

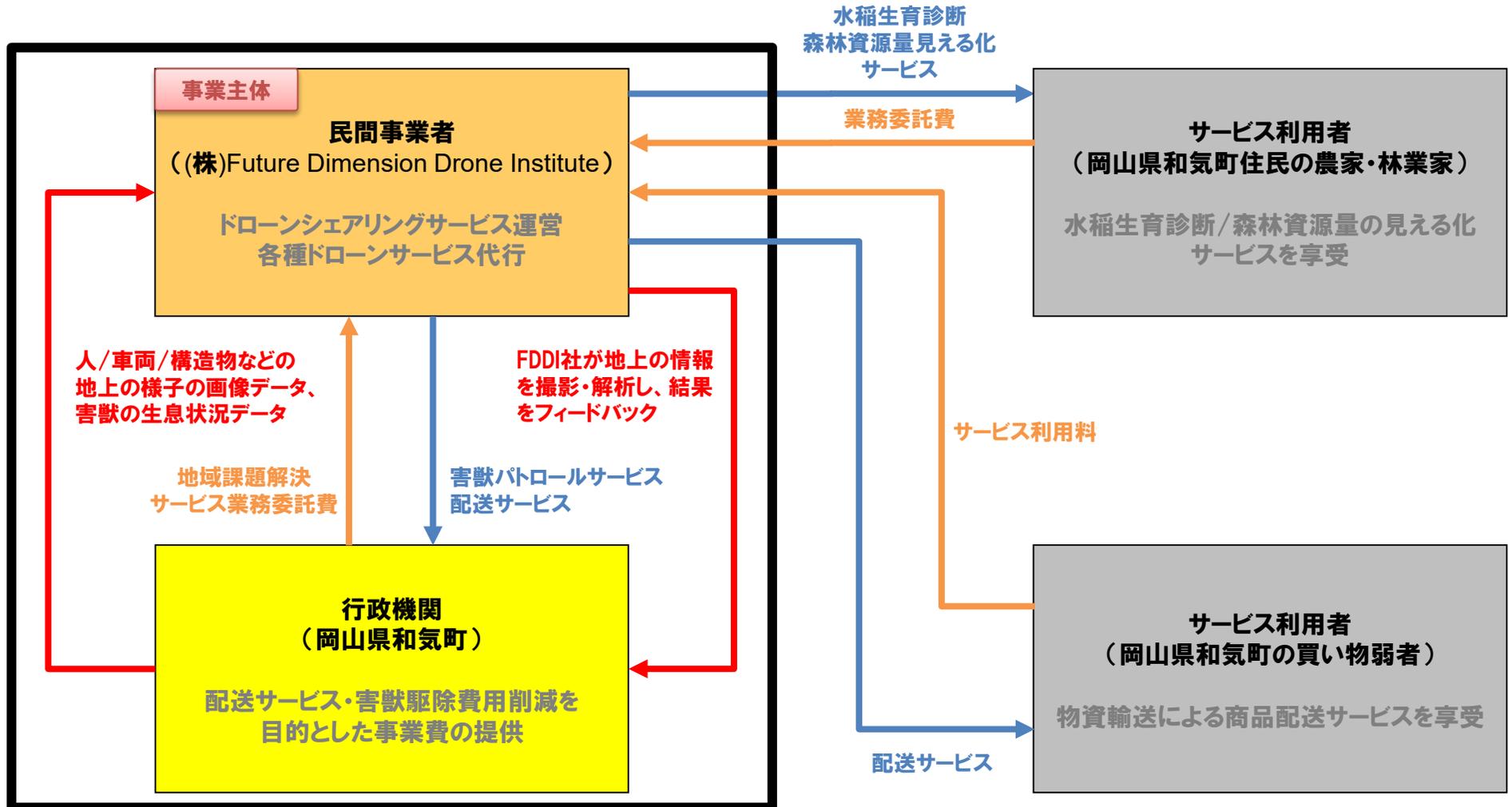
事業の目指す姿	「目指す姿」を実現するための課題	課題ごとの解決策	解決策の評価				
			評価方法	モニタリングする指標 (KPI)	実証前の値 (測定年 (月日))	現状の値 (測定年 (月日))	実証終了時の値 (測定年 (月日))
中山間地域におけるローコストで安全な社会インフラとなるドローンシステムの構築	中山間部の集落における日常の買い物支援ないし災害時の物資供給	ドローンによる安全で効率的な物資配送	ドローン配送に携わる人員の削減効果	ドローン配送に携わる人員の削減効果※	1,456人日/年 (2018年度実証)	936人日/年 (2019年10月8日～10月18日を基に計算)	980人日/年 (2019年10月8日～12月20日を基に計算)
			使い勝手を実現した上での安全面評価	・到着時間順守率 ・飛行トラブル回数	飛行トラブル0回 (2018年度実証)	飛行トラブル2回 (天候悪化を除く) 到着時間順守50% (2019年11月5日時点)	飛行トラブル5回 (天候悪化を除く) 到着時間順守30% (2019年12月20日時点)
			必要となる映像品質を実現する通信品質の評価	スループット維持率 又は、通信継続性	データが存在しない。	—	通信継続性100%

※配送期間中のドローン配送に携わる労働者数
×労働時間をもとに、物資配送を年間営業日
260日とした場合の工数へ換算

売上金の合計額	1回当たりの平均売上
37,731円	699円

過疎地における事業の収益性の実現	ドローン宅配における収益	アンケート又はヒアリング	1世帯当たりの売上	1世帯当たり587円 (2018年12月) 10日間 津瀬地区のみを対象	1世帯当たり1,437円 売上金20,123円 (2019年10月) 1か月間 津瀬・田土・南山方を対象	1世帯当たり1,640円 売上金37,731円 (2019年12月) 2か月間 津瀬・田土・南山方を対象
	ドローン輸送を実施しない時間帯における、害獣駆除への活用による収益	目標コストに対する実績評価 ※30分5000円を目標とする	目標コスト達成率	データが存在しない。	—	目標コスト達成率100% 2名体制にて30分/2ha(2019年12月)
	ドローン輸送を実施しない時間帯における、農業への活用による収益	目標コストに対する実績評価 ※30分5000円を目標とする	目標コスト達成率	データが存在しない	15分/圃場全体 /1ha (2019年10月)	目標コスト達成率100% 15分/圃場全体1ha (2019年10月)
	ドローン輸送を実施しない時間帯における、山林への活用による収益	目標コストに対する実績評価 ※30分5000円を目標とする	目標コスト達成率	データが存在しない	—	目標コスト達成率100% 2名体制にて30分/2ha(2019年12月)

実装モデル



■ 今後の取組

■ 収益モデル

今回使用した大型ドローンを引き続き利用することを前提として、収益モデルを以下に記載する。

【コスト】

イニシャルコスト	費用
遠隔監視装置	100万円/1台(本実証は3台使用)
常時映像伝送システム	100万円/1台
ドローン	600万円/1台
ランニングコスト	費用
常時監視にかかる人件費	約1万円/日
LTE通信費	不明
ドローン整備費用	約100万円/年
ガソリン代など	1,000円/日

【財源】

配送サービス構築コンサルティング料：

他地域での展開に際し、構築までをコンサルティングすることにより他自治体から収益を得る。

その他サービス収入：

受益者から徴収する(法人向け拠点間配送サービス事業、遠隔害獣対策サービス事業等)

■ 今後の取組

■ 展開シナリオ

今後3年間は、実用化に向けてドローン利活用モデルの構築を行い、実証ベースでのノウハウの積み上げが必要である。予定では、引き続き岡山県和気町にて内閣府の地方創生推進交付金を利用し実証を継続実施する。また、他地域展開として、岡山県笠岡市にて離島関連補助金を活用し笠岡市の地域課題である離島への配送問題をドローンによる配送で解決する事業を展開する予定である。

・展開主体及び体制

株式会社Future Dimension Drone Institute

・展開方法

株式会社Future Dimension Drone Instituteが自治体におけるドローン利活用モデルのアウトソーサーとして営業・受注を行い、他自治体へ販売・普及を行う。

・展開先

自治体

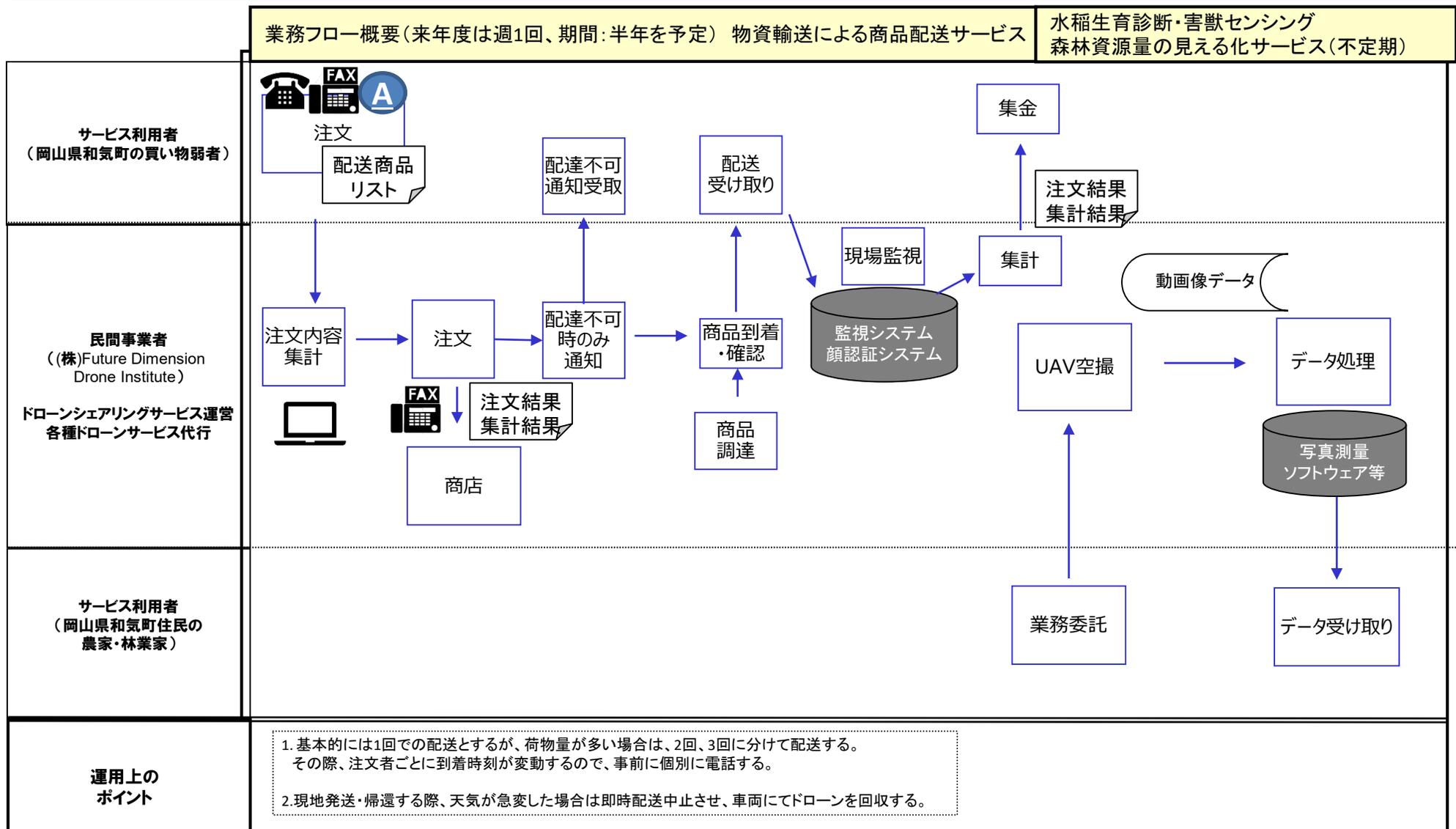
・展開における留意点（必要な法整備以外について）

- ①複数のフェイルセーフ等、安全な運用手法の確立
- ②遠隔で複数台のドローンをコントロールする体制の構築
- ③各地域での運用人員の育成
- ④短期間での運行ルート策定手法の確立
- ⑤具体的な価格設定
- ⑥ドローン等の上空におけるLTEの運用・利用については、実用化試験局に関する手続きが必要となる

株式会社Future Dimension Drone Institute

中山間地域における大型ドローンの目視外・補助者なしによる安心・安全かつ効率化されたIoTシステム構築実証

業務フローモデル(配送+α)



ガイドライン作成に向けた整理

①実際の電波伝搬特性と各電波の課題

中山間地における想定された電波の課題

地名	想定される課題
南山方	①住宅地等における外来波による電波混信
長楽の滝	②山などの静的な遮蔽による電波伝搬見通し困難箇所
父井原	③木々や葉の生長・落葉など準動的・準静的な遮蔽による電波伝搬見通し困難箇所
和意谷	④山間部におけるLTEのサービスエリア外（森林測量用途想定）

各課題に対する実証、測定結果は下記の通りとなる。

《LTE》

- ①電波混信 : スマートフォン3台を使用し、映像ストリーミングサービスを利用した場合においても、2,000kbps以下であれば映像伝送への影響はなかった。
- ②静的な遮蔽 : 上空でのLTE電波環境の改善が確認できた。
- ③準動的な遮蔽 : 本実証では季節変動による変化は確認されなかった。
- ④サービスエリア外 : 上空でのLTE電波環境の改善が確認できた。

《Wi-Fi》

- ①電波混信 : ドローンとフライトコントローラ間で利用するドローンメーカーが提供する独自システムによる通信（2.4GHz帯）とドローンに設置したカメラからの映像伝送に使用するWi-Fi（2.4GHz帯）において混信が発生した。
⇒地上で映像を確認するノートPCは、有線接続に切り替えることで混信を緩和した。
: 映像ストリーミング3サービス併用下でも2,000kbps以下、高度30m以下であれば映像伝送への影響はなかった。
- ②静的な遮蔽 : Wi-Fi中継器により、静的な遮蔽先のエリア拡大を試みたが、Wi-Fiアクセスポイントと中継器の切り替えに時間を要するため、エリア拡大は困難であった。
- ③準動的な遮蔽 : 草木や水分を多く含む植物にて遮蔽された場合に約5dBの減衰を確認した。
- ④サービスエリア外 : 連続性のある通信（リアルタイム通信）を必要としない用途（4K空撮写真の地上への送付など）であればWi-Fiによる補完が可能であると考えられる。

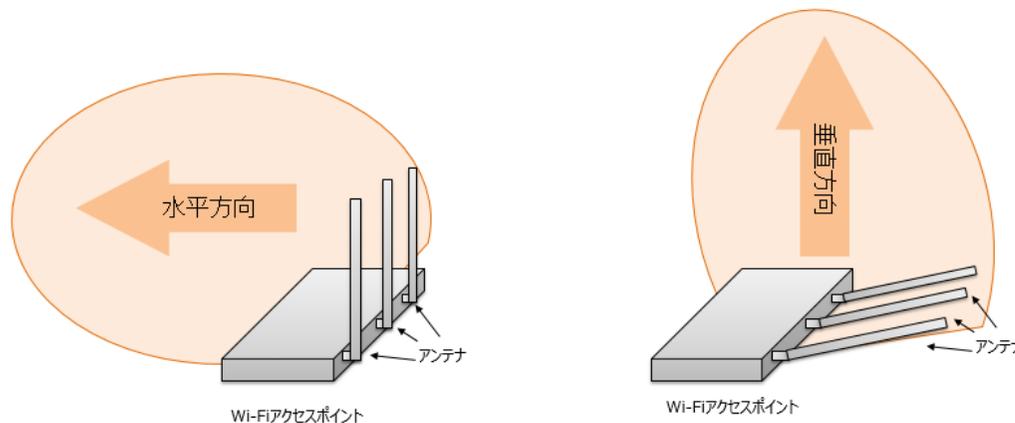
②機器の効率的配置、設定、セキュリティ上の知見

《LTE》

- ・上空においてLTEを用いた映像伝送や遠隔制御を行う場合には実用化試験局の申請が必要となるため、利用予定の携帯電話会社へ事前に連絡を入れ、手続きを行う。(2020年2月現在)
- ・中山間部において目視外・補助者なしのドローン航行を行う上での通信手段としては、LTE（携帯電話）が有効であった。ただし、山奥等においてはLTE電波の弱電箇所、サービスエリア端、サービスエリア外の箇所もありうるため、事前に航行ルート上の通信を確認し、状況に応じて航行ルートの見直しや一部区間の補助者配置、代替通信手段の確保などの検討を行う必要が出てくる。

《Wi-Fi》

- ・LTEサービスエリア外等において、Wi-Fiエリアを形成する場合のエリア範囲は高度含め約60m以内が目安となる。
- ・地上での映像受信用PCなどの通信を必要とする機器類は、Wi-Fi混信を避けるため、有線接続が望ましい。
- ・Wi-Fiによるエリア構築時にはアンテナ電波放射パターンを考慮する。



【改善前】地上（水平）方向への電波放射 【改善後】上空（垂直）方向への電波放射

※図はイメージであり、実際の電波放射パターンとは異なります。

③コスト(インシャルコスト及びランニングコスト)

インシャルコスト：実証使用ドローン：1機約600万円、常時映像伝送システム：1式 約100万円
遠隔監視装置：1台約100万円

ランニングコスト：LTE通信費：不明、常時監視にかかる人件費：1日約1万円（10月8日～現在まで）

④①～③を踏まえた上で考えられる適切なIoT利用環境整備のあり方

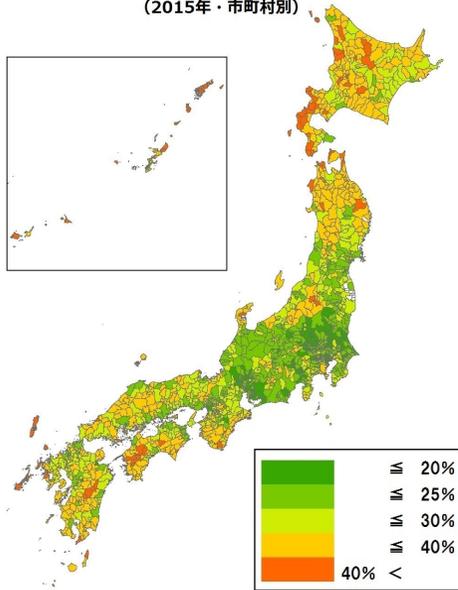
利用範囲・用途を鑑みた上で、総合的に判断する必要があるが、中山間地域におけるドローン配送では、「業務」上必要な動作としての「飛行」を明確にし、電波伝搬を確認後、リスクを最小化する航行ルート設計をする必要がある。事前調査や運用開始後のフェイズであっても、運用上の課題が見つかった場合は、機器の構造や航行ルートを変更を行うなど、トライ&エラーは必須である。その工程を迅速に行うためには、許可申請手続きの簡略化が考えられる。

■ 基本情報

山間地域の物流問題

- ✓ 中山間部の集落では、スーパー等が近くにないことも多く、車を運転できない高齢者などは買い物難民になってしまう。
- ✓ アクセスが1本の道路に依存するような集落も存在し、こうした集落は災害時には孤立する恐れもある。限られた道路以外での物資輸送手段を用意しておくことが望ましい。
- ✓ 過疎化や高齢化に伴い、地方では慢性的な人手不足も進んでいる。

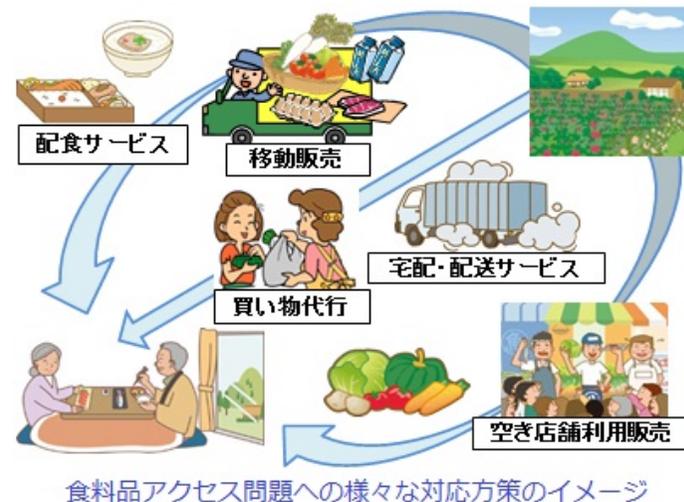
65歳以上人口に占める食料品アクセス困難人口の割合 (2015年・市町村別)



出所) 農林水産政策研究所

買い物難民に対する取組状況(現状)

- ✓ 買い物難民の対策として、移動販売車事業や宅配サービス、買い物代行制度などが実施されている。



出所) 農林水産省

現状の課題

- ✓ 現在の買い物難民へのサービスは、人手やコストがかかるものである。今後のさらなる過疎化を考慮すれば、より効率的な手法を導入する必要がある。
- ✓ 外部からのアクセスが1本の道路などに限定されるような集落においては、災害等で孤立した際にも物資を支援できる手段を整備することが望ましい。