

令和3年度岩手県中山間地域におけるドローン
を活用した地域課題解決に係る実証試験等業務
報告書

令和4年3月14日

パーソルプロセス&テクノロジー株式会社

目次

1. 本業務の概要

- (1) 名称..... 1
- (2) 本業務の目指す姿等 1
- (3) 委託期間..... 2
- (4) 本業務の概要 2

2. 事業実績

- (1) ドローン物流関係
 - (ア) ドローンを活用した中山間地域に適した物流の仕組の提案 3
 - (イ) 中山間地域の物流に適したドローンを実装した生活日用品の
ドローン配送飛行実証実験.....4-11
 - (ウ) 高齢者が操作しやすい受発注システムの提案 12
- (2) 林業生産性向上関係
 - (ア) ドローンによる森林資源の把握（写真撮影） 13
 - (イ) 撮影写真の解析による森林資源の分析14-16
 - (ウ) 苗木運搬実証実験..... 17
- (3) 普及啓発関係
 - (ア) 講師派遣 18
 - (イ) ドローンオペレーター研修会の開催 19

3. 今後の課題と解決策について

- (1) ドローン物流関係..... 20
- (2) 林業生産性向上関係 20

1 本業務の概要

(1) 名称

令和3年度岩手県中山間地域におけるドローンを活用した地域課題解決に係る実証実験等業務

(2) 本業務の目指す姿等

ア 背景

岩手県の人口は1955年の145万人をピークに、1997年以降減少に転じ、2019年の総人口は1,226,430人で、前年(1,240,522人)より14,092人(▲1.1%)減少した。特に、中山間地域をはじめとする過疎地域では人口減少と少子高齢化が進行している。

特に急速に人口減少・少子高齢化が進行している中山間地域では、公共交通機関の縮小・撤退と地域の卸売業・小売業者の減少により、日常の買い物が困難ないわゆる買い物弱者が多く発生している。

また、117万haの広大な森林面積を有する本県では、基幹産業の1つとして林業が位置づけられているが、少子化に伴う担い手不足と林業従事者の高齢化による林業生産性の低下など林業経営の持続化が課題となっている。

イ 目指す姿

上記の地域課題を解決するため、ドローンを活用して買い物弱者対策と林業生産性の向上を推進し、日常生活の利便性を確保と地域産業の経営安定化を目指す。

ウ 実施地域

岩手県下閉伊郡岩泉町を実施地域とする。

当町は、2020年の総人口8,987人、面積は99.23haと本州一の広さであり、狭い山間地に基幹地区(昭和31年6町村合併前の旧村中心部)と小規模集落が点在するため、食料品アクセス困難人口の割合が県内で唯一40%を超えており、全国的に見ても非常に高い水準(全国平均24.6%)にある。例えば、町の中心部である岩泉地区から主な基幹地区のうち、安家地区(人口505人、268世帯)までは急勾配が続き、車で40分(21.5km)、有芸地区(人口190人、105世帯)までは狭い道を車で35分(18.4km)かかるなど、買い物等の日常サービスの利用に不便が生じていることが課題である。

また、当町は森林面積が92.18haあり、町の総面積に占める森林率は92%に達し、林業を生業とする経営体への林業作業請負数が県内1位(農林業センサス)であり、林業が盛んな地域であるが、60歳以上の従事者数の割合が47.9%と県内平均の37.9%を大きく超えるなど高齢化が進行しているため、林業経営の持続化に向けた林業生産性の向上が課題である。

エ 年次計画等

本業務は内閣府地方創生推進交付金を活用し令和6年度の本格社会実装を最終的な目標としており、当該計画は事業を推進する中でPDCAサイクルによる計画修正を経ることとしている。

上記イの目指す姿を実現するに当たっては、機体性能の向上や安全性確保等の技術的課題に加え、受発注システムやドローンオペレーターの育成を含めた運用モデルの構築、航空法や電波法等による規制対応等の諸課題がある。このため、社会実装に向けて段階的な実証を行いながら解決していくものであり、令和3年度は下記(3)から(5)までの要領で本業務を行う。

(3) 委託期間

委託契約の契約日から令和4年3月14日(月)まで

(4) 本業務の概要

ア ドローン物流関係

- (ア) ドローンを活用した中山間地域に適した物流の仕組の提案
- (イ) 高齢者が操作しやすい受発注システムの提案
- (ウ) 中山間地域の物流に適したドローンを実装した生活日用品のドローン配送飛行実証実験

イ 林業生産性向上関係

- (ア) ドローンによる森林資源の把握(写真撮影)
- (イ) 撮影写真の解析による森林資源の分析
- (ウ) 苗木運搬実証実験

ウ 普及啓発関係

- (ア) 講師派遣
- (イ) ドローンオペレーター研修会の開催

2. 事業実績

(1) ドローン物流関係

(ア) ドローンを活用した中山間地域に適した物流の仕組みの提案

人口減少・少子高齢化が進む中山間地域における買い手弱者対策に資する物流の仕組みについて、以下のとおり提案する。下記のような簡便な発注方法を採用することで高齢者にとっても使いやすい仕組みの構築を目指す。なお、ドローンを目視外にて飛行するためには飛行中ドローンが撮影する画像データをリアルタイムに受信する必要があり、提案する仕組みにおいてはLTE電波を採用している。よって通信拠点の整備等によりルートの始点から終点においてはLTE電波が到達している必要がある。

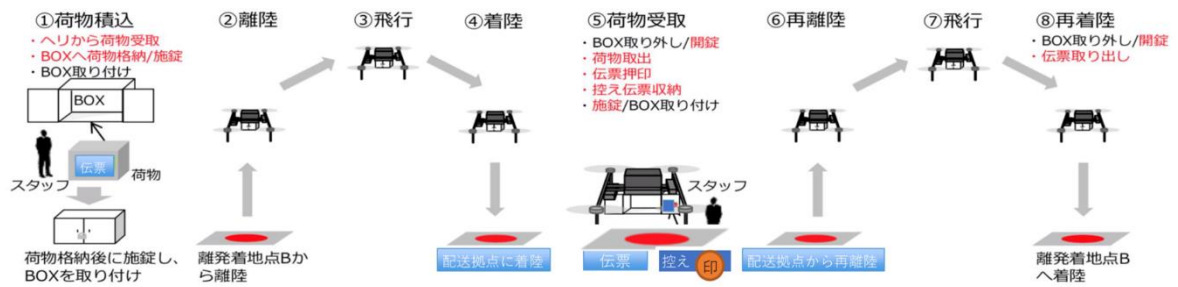


図-1 配送の仕組み

検討事項	提案事項
利用者の発注方法 受注管理	電話やWEBでの注文方法も考えられるが、各店舗の既存のオンラインショップなどを活かせる形でスマートフォンやタブレット端末からアプリで受発注管理するシステムを想定していく。
想定利用料金 集金方法	ドローンによる物資輸送の料金についての動向は配送ごとの配送ごとの料金制と月額制がある。行政のサービスとして実施する場合でも、現状では1配送あたり1000円～2000円くらいが想定される。
低コスト化への対応	コストを下げるには、システムの自動化の開発で稼働人員を少なくすることが有効となる。加えて今後、機体ペイロードの増加によって、1フライトでの配送物の増加が見込まれる。

表-1

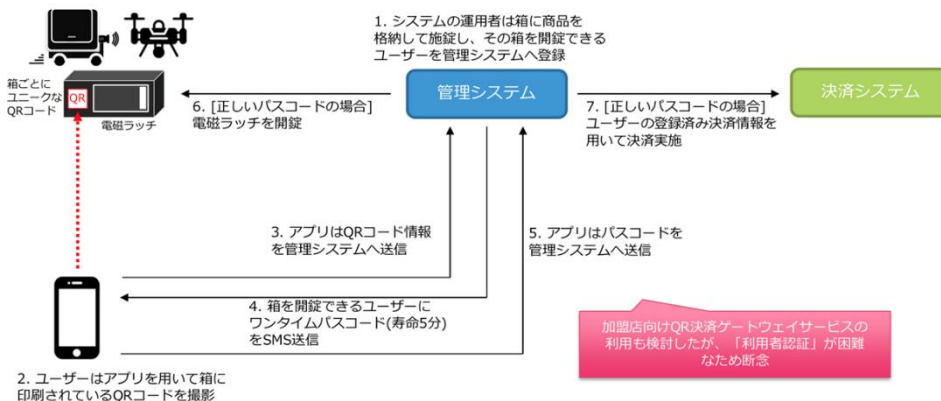


図-2 受発注・決済システムの例

現時点における岩泉町のLTE電波状況（図-3）を鑑みると、配送起点を「道の駅いわいずみ」と想定した場合に配送可能なエリアはLTEが受信可能な小本川流域に限定される。また配送物を4kg（配送BOX含む）程度と想定したときのドローンの安全航空可能距離は8km程度であることから、今回の実証事業で採用したルートである町中心部への配送は可能である。配送起点をより商店が多く存在する町中心部に設定した場合の配送先としては、浅内地区（終点：多目的集会所、尼額公民館）が考えられる。

上記のとおり現状のLTE電波状況では設定可能な飛行ルートは限定的であるが、技術的にはLTEの代替として準天頂衛星やLPWA電波の採用が考えられる。これらの技術はまだ普及していないために実績が乏しいことと利用料金が高額であり現時点では実用的ではないが、普及が進めば岩泉町での採用することで、より広域なルート設定が可能となると考えられる。

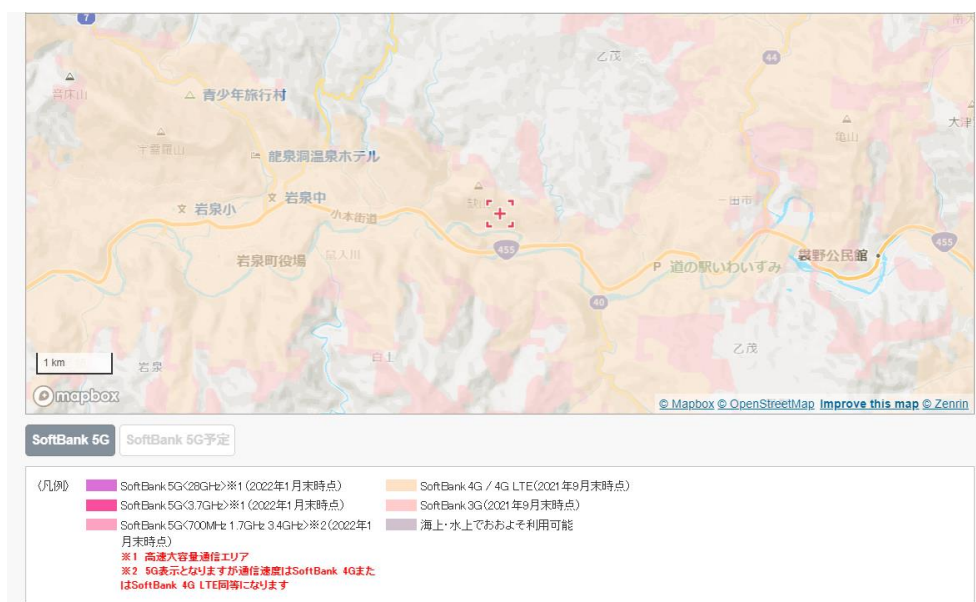


図-3 小本川流域のLTE電波状況

(イ) 中山間地域の物流に適したドローンを実装した生活日用品の ドローン配送飛行実証実験

A 現地調査の実施

仕様に定められた2つ飛行ルートのうち町内中心部については飛行実績を有することから、安家地区について重点的に調査を実施した。

実施日：令和3年10月14日

訪問者：ビジネスエンジニアリング事業部ドローンソリューション部(2名)

同行者：岩手県 ふるさと振興部 科学・情報政策室、岩泉町役場

訪問先：岩手県岩泉町安家地区等

現地視察エリア：

① 安家小学校、安家支所（離発着候補地 始点）

安家小学校校長からは実証実験の始点として校庭を利用することとともに、ドローンオペレーター講習会の会場として体育館を借用することについて許可を得た。安家支所については、離発着に十分な面積を確保することが困難であったことから、始点とすることを見送った。

② いこいの家（離発着候補地 終点）

離発着に十分な面積を確保できることが確認できたため、予定通りこの地点を終点とすることとした。



③ 飛行ルート区間における LTE 受信状況

区間内で電波計測した結果、通信できることを確認。

④ ㈲たまべん（始点付近に立地するスーパー）

将来ドローン物流が実用化された場合のサービスユーザーとして想定される地域スーパーへ実証実験への協力を呼び掛けた。今回の実証実験ではスタッフが購入するスーパーの弁当を輸送することとした。

⑤ 岩泉高校（町中心部ルートにおける終点）

町中心部における飛行において校庭を終点とすることについて了承を得た。また実証実験当日に、高校生有志に協力してもらうらことについて了承を得た。

⑥ その他

想定飛行ルート近隣の橋脚の鉄骨の確認、駐車場、降雪時を想定した確認他各拠点からの移動距離の確認他

協議内容：令和3年度の実施概要のご説明、物資輸送の想定ルートに関する意見交換、現地のご状況、課題確認、本プロジェクト推進に伴うスケジュールの共有等

B 飛行ルート、緊急着陸場所の設定

町中心部については令和2年度実証事業と同等のルートを採用した。



図-4 町中心部飛行ルート

安家地区についてはAの①始点から②終点までのルートを調査し、緊急着陸ポイントを以下のとおり設置した飛行ルートを定めた。



図-5 安家地区飛行ルート

C 各種申請手続きの実施

調整先	R3状況
1.地元関係者への説明	
(1)町民関係者訪問、説明の実施	2021/11/14～15にて実施
2.関係機関説明	
(1)航空局関係	2021/10/21 本実証実験における無人航空機の飛行に係る許可・承認書受領
(2)電力事業者 東北電力宮古電力センター	2021/10/27 東北電力宮古電力センター メールにて趣旨概要説明了

表-2 令和三年度 関係者調整状況

ドローン飛行で携帯電話網の上空利用するにあたり、実用化試験局免許等の手続きが必要であることから、昨年度実証実験で使用したデバイスで関係者との調整を実施した。

D 機体の調達、改修

飛行ルート距離や目視外補助者無し飛行の要件や実績を踏まえ、国内機体メーカーであるイームズロボティクス株式会社が製造・販売し、今回の実証に向け改修を加えたドローン「LAB6106」「LAB6150」を選定した。図-6、7に性能諸元を示す。

なお本実証事業で採用した機体は新機種であり、この機種について目視外補助者無しにおける飛行許可を取得するために十分な飛行実績を有していなかったことから、県と協議の上で実証事業は目視外補助有の条件で実施した。本機体については飛行実績を積み重ねれば目視外補助無飛行も可能であることから、社会実装に向けた支障とはならない。



LAB6106	
ペイロード	4kg
モーター軸間	1060mm
対角寸法（プロペラ含む）	1600mm
全高	600mm
積載部	300mm
プロペラ	20インチ
蓄電池方式	

図-6 LAB6106 機体スペック



図-7 LAB6150 機体スペック

今回の実証にあたって、物流BOXを取り付けており、配送物の違いによる形状の変化に対応できる仕様とした。また、飛行アプリケーションで設定した高度を、ルート上の標高データに沿って飛行できるため、中山間地域での飛行に適した機体である。

E 配送物の選定

ルート①町 中心部

始点である道の駅いわずみで購入できる商品の中から以下の商品を組み合わせ、実験に参画する岩泉高校生徒が発注アプリで選択した組み合わせを輸送することとした。

		
岩泉カレーと牛乳パンのセット	岩泉クリームシチューと牛乳パンのセット	龍ちゃん牛乳と牛乳パンのセット

ルート② 安家地区

始点付近に立地するスーパーで実証実験スタッフが購入した弁当計約 2.4 kg を配送することとした。

	
スーパーの弁当（1個約400g）	ボックス内に搭載

F 実証実験の実績

ルート1 町中心部

日時：令和3年11月16日（火） 9時～16時

ドローンの配送飛行の実証実験を行った。昨年度より多くの配送品を届けるために、機体は LAB6150（機体スペック図-7）を使用した。配送ルートは前回と同様であるが、はじめに 2kg の重りを搭載した状態で、安全に飛行できるか確認した。往路、復路共にバッテリー残量に問題がなかったため、予定通り飛行を実施した。

飛行記録について以下表-3 に記載する。

日付	ルート	離陸時刻	着陸時刻	飛行高度	バッテリー残量	備考
11月16日	図-4	10:54	11:06	140m	54%/48%	往路、重り約2kg
11月16日	図-4	11:38	11:52	140m	42%/34%	復路、重り約2kg
11月16日	図-4	13:54	14:06	140m	37%/29%	往路、配送品約4kg
11月16日	図-4	14:49	15:03	140m	40%/30%	復路、重り約2kg

表-3 町中心部飛行記録

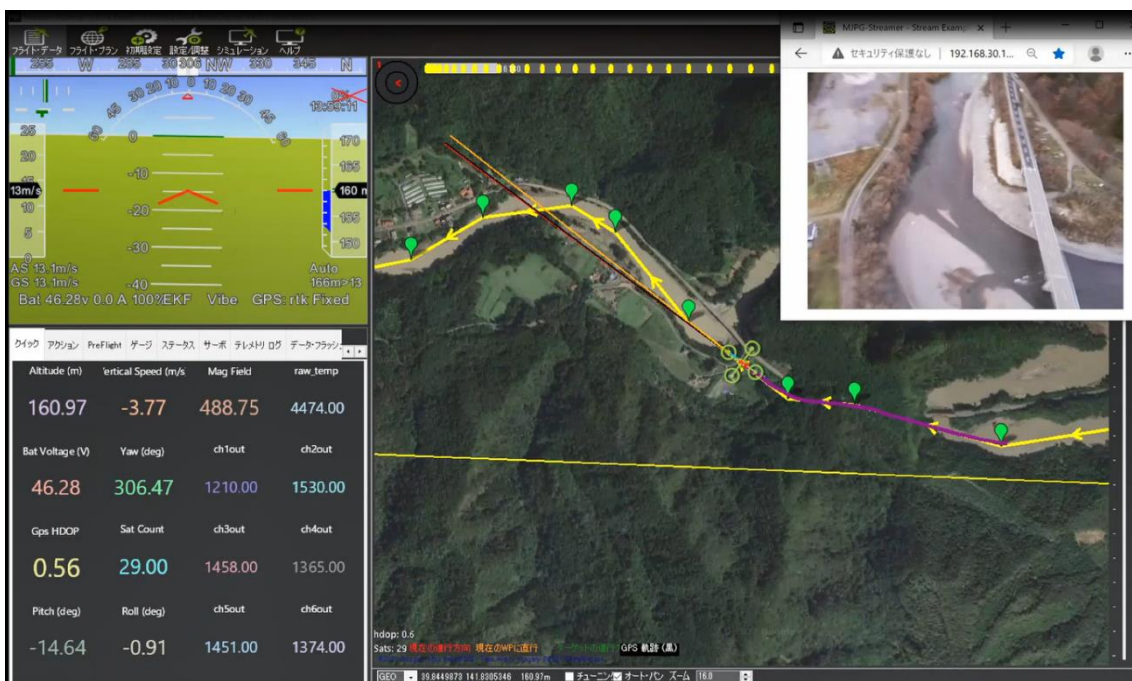


図-8 LTE 通信による飛行中の機体状況確認

本実証実験では後述する受発注アプリ「売り子ール」を岩泉高校生徒が利用しての配送品の注文を行い、以下の流れで商品の配送に至った。

	
<p>①QRコードを読み取り、アプリ操作を行う</p>	<p>②アプリでの注文確定</p>
	
<p>③道の駅側でのパソコンに注文が入る</p>	<p>④配送品の積み込み</p>
<p>配送ドローンが出発しました。約10分後にお受取いただけます。</p> <p>引換番号：A024</p>	
<p>⑤SMSにて発送連絡</p>	<p>⑥配送品のお届け</p>

安家地区

日時：令和3年11月15日（月） 9時～13時

今回、新たな場所での実証実験として、安家地区でのドローン配送飛行を行った。

始点付近に立地するスーパー(有)たまべんのお弁当（1個当たり約400g）を6個配送ボックスに搭載し、飛行させた。

天候の悪化が見込まれたため、安全を考慮し、1往復の飛行のみとした。

飛行記録について次ページ表-4に記載する。

日付	ルート	離陸時刻	着陸時刻	飛行高度	バッテリー残量	備考
11月15日	図-5	11:16	11:27	140m	51%/44%	往路、弁当計約2.4kg
11月15日	図-5	11:47	11:56	140m	59%/57%	復路、弁当計約2.4kg

表-4 安家地区飛行記録

	
配送品の積み込み（安家小学校側）	配送品のお届け（いこいの家側）

(イ) 高齢者が操作しやすい受発注システムの提案

A 受発注アプリについて

上記(ア)の高齢者にも使いやすい物流の仕組みの構築を図るために、本実証事業ではスマートフォンアプリ「売り子ール」を採用した。本アプリはインストールが不要でインターネットブラウザ上で完結できるという簡便で使いやすい特長を有しており、既存のシステムを流用することでコスト軽減に努める。

売りコール画像 1	売りコール画像 2
	
URL から画像のように商品を選択するページが表示される。わかりやすく写真付きの商品を名前、価格ともに表示できる形である。	商品を選択すると、画像のように個数を確認してカートに入れるイメージである。選択し終わったらレジに進み、決済を行う。

なお、本実証事業ではより地域の高齢者が使いやすいアプリの構築を図るために住民を対象としたアンケートを実施した(別添資料①18~19ページ)。本アンケートにより得た将来的な生鮮食品等の商品拡充要望にも対応可能な仕様を有するアプリを実証実験に採用した。詳細の要件定義については別添資料②参照。

B 実証実験への適用について

本アプリは令和3年11月16日に実施された町中心部における実証事業において適用した。詳細については実証実験の箇所を参照。

(2) 林業生産性向上関係

(ア) ドローンによる森林資源の把握 (写真撮影)

小本地区

日時：令和3年11月17日(水) 11時～15時

ドローンによる森林情報把握のために、オルソ画像作成を目的とした写真撮影飛行を行った。詳細なデータ取得を可能にするために前回から飛行高度やカメラのレンズを変更し、より低い地上解像度での撮影を実施した。

飛行記録について以下表-5に記載する。

日付	ルート	離陸時刻	着陸時刻	飛行高度	バッテリー残量	備考
11月17日	図-9	11:30	11:45	50m	44%/40%	カメラ真下
11月17日	図-9	12:52	13:07	50m	33%/33%	カメラ真下から前方斜め30度
11月17日	図-10	13:24	13:38	50m	57%/56%	カメラ真下から前方斜め30度
11月17日	図-9	13:54	14:09	50m	53%/51%	カメラ真下

表-5 小本地区写真撮影飛行記録

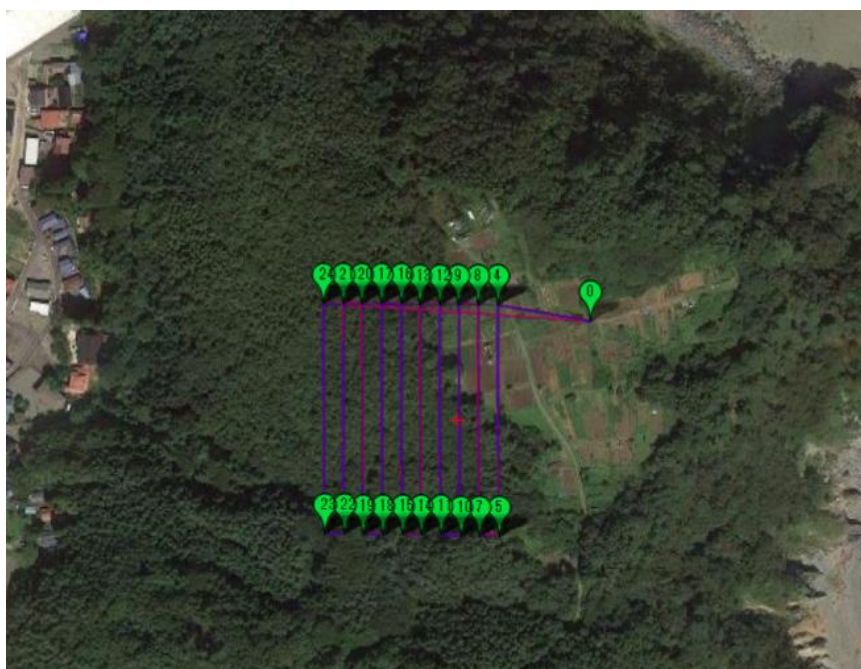


図-9 小元地区写真撮影飛行ルート1

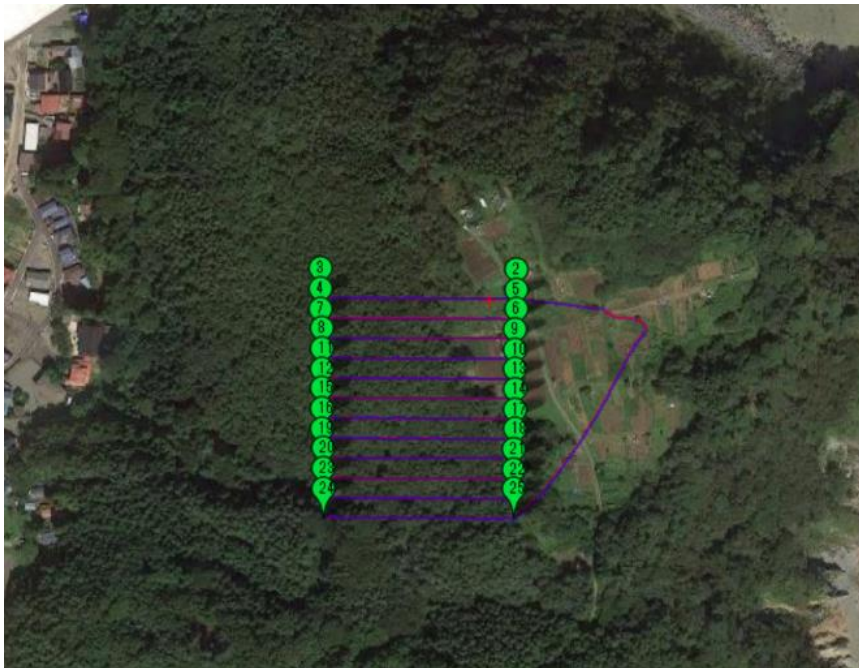


図-10 小元地区写真撮影飛行ルート 2

(イ) 撮影写真の解析による森林資源の分析

今回の飛行要件及び取得したデータについて以下に記載する。

2021.11.17	
カメラ	SONY α 6000
レンズ焦点距離	35mm
飛行高度	50m
地上解像度 (静止画)	0.56cm

表-6 小本地区写真撮影要件



図-11 生成したオルソ画像



図-12 前回オルソ画像との重ね合わせ

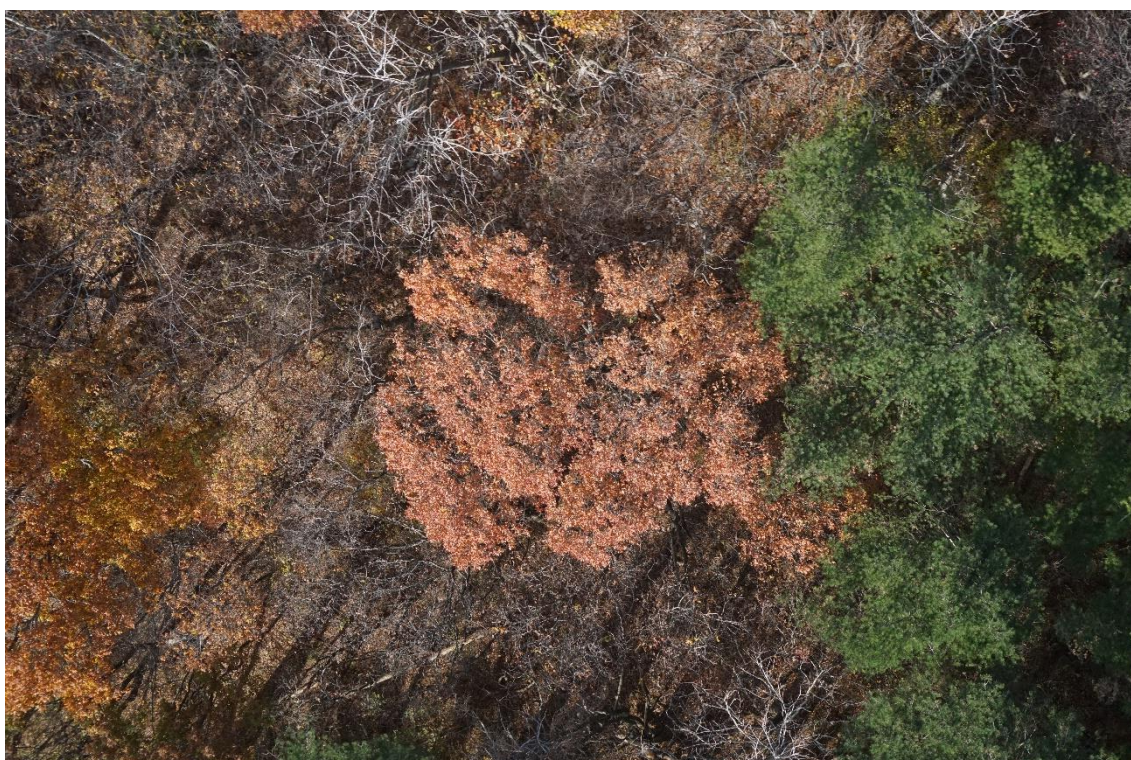


図-13 赤丸部サンプル画像 (2021. 11. 17)

より精細に撮影を行ったことで、葉の形状を認識しやすくなった。ドローンにより取得したデータからナラの木の生育状況を把握できる可能性につながる結果となった。

(ウ) 苗木運搬実証実験

小本地区

日時：令和3年11月17日（水） 9時～11時

ドローンによる苗木運搬飛行を想定した実証実験を行った。

苗木の重さを想定してドローンの配送ボックスに 2kg の重りを搭載し、おもと愛土館から山の斜面に対して対地高度を保ちながらの飛行を実施した。

飛行記録について以下表-7 に記載する。

日付	ルート	離陸時刻	着陸時刻	飛行高度	バッテリー残量	備考
11月17日	図-14	10:17	10:22	140m	86%/84%	模擬苗木運搬、重り約2kg

表-7 小本地区苗木運搬飛行記録



図-14 小元地区苗木運搬飛行ルート

<p>苗木運搬離陸の様子（おもと愛土館駐車場）</p>	<p>苗木運搬着陸地点</p>

苗木運搬については、本実証をもって実用性を確認することができた。なお、実運用にあたっては今回のように水平な着陸エリアを確保する必要がある。

(3) 普及啓発関係

(ア) 講師派遣

新型コロナウイルスの関係で全てオンラインにて実施した。

実施日	会議名/講演者	実施内容	提供コンテンツ
令和4年 1月21日	[未来技術社会実装推進会議] パーソルプロセス&テクノロジー 副島隆市	・ドローン先進的活用事例のご紹介 ・令和3年度実証実験実施報告	発表内容は 別添資料①参照
令和4年 1月21日	[いわてドローン物流研究会] パーソルプロセス&テクノロジー 副島隆市	・ドローン先進的活用事例のご紹介 ・令和3年度実証実験実施報告	発表内容は 別添資料①参照

表-8

なお、講師派遣回数については県と協議の上でいわてドローン物流研究会及び
いわて未来技術社会実装推進会議をそれぞれ1回として対応したものの。

(イ) ドローンオペレーター研修会の開催

日時：令和3年11月14日(日) 15時～17時

安家小学校体育館内にてドローンオペレーター担い手育成事業の一環として地域住民の方に、委託者が講師を務める形式で本事業の説明や機体説明及び操縦体験を実施した。岩泉町住民14名が参加され、プログラムを予定通り実施した。当日は幅広い世代の参加者が参集し、ドローン物流実証事業の紹介やドローン操縦の体験等を通じて、住民のドローンに対する理解度の向上を図ることができた。

<p>令和3年度岩手県中山間地域におけるドローンを活用した地域課題解決に係る実証実験等業務</p> <h1>オペレーター 研修会</h1> <p>令和3年11月14日(日)</p> <p>実施場所：安家小学校体育館 15:00～17:00</p> <p>前年度に行った取り組みの紹介や今月の実証実験で使用するドローンを展示いたします。後半の部では小型機の操縦体験も予定しておりますので、ぜひ奮ってご参加ください！！</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">プログラム</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>冒頭のご挨拶</td> <td>5分</td> </tr> <tr> <td>○前半の部(50分)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>前年度事業の映像や画像などを公開</td> <td>15分</td> </tr> <tr> <td>展示産業機による運用レクチャー</td> <td>35分</td> </tr> <tr> <td>休憩</td> <td>10分</td> </tr> <tr> <td>○後半の部(50分)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ドローンの操作、飛ばし方簡単レクチャー</td> <td>10分</td> </tr> <tr> <td>小型機を使った操縦体験</td> <td>40分</td> </tr> <tr> <td>閉会のご挨拶</td> <td>5分</td> </tr> </tbody> </table> <p>講師 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社 お問い合わせ先 岩手県 ふるさと振興部科学・情報政策室(岩手県庁8階) 住所：〒020 8570 岩手県盛岡市内丸10番1号 電話：019 629 5251 F A X：019 629 5766</p> <p>岩手県 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社</p>	プログラム		冒頭のご挨拶	5分	○前半の部(50分)		前年度事業の映像や画像などを公開	15分	展示産業機による運用レクチャー	35分	休憩	10分	○後半の部(50分)		ドローンの操作、飛ばし方簡単レクチャー	10分	小型機を使った操縦体験	40分	閉会のご挨拶	5分	
プログラム																					
冒頭のご挨拶	5分																				
○前半の部(50分)																					
前年度事業の映像や画像などを公開	15分																				
展示産業機による運用レクチャー	35分																				
休憩	10分																				
○後半の部(50分)																					
ドローンの操作、飛ばし方簡単レクチャー	10分																				
小型機を使った操縦体験	40分																				
閉会のご挨拶	5分																				
<p>研修会の案内チラシ</p>	<p>研修会の様子</p>																				

3. 今後の課題と解決策について

(1) ドローン物流関係

課題名	概要	解決策
機体性能向上 (バッテリー、ペイロード、防水性、緊急時)	飛行可能時間や積載量を増やすことと同様に中山間地域での急な天候変化等に対応できることが求められる。	おおよその配送商品を決定し、条件に合わせた機体を選定することによって、最適な機体形状や各種システムの内臓化への開発を行うことを検討する。
LTE 通信安定性	中山間地域では携帯電話通信網が届いていない地域もあり、LTE 通信を用いた長距離飛行に影響を及ぼす。	今回の実証実験では一つのキャリアを用いた飛行であったが、2つ以上のキャリアでの通信を利用して最適な飛行エリアの確定する実験を視野に入れる。
受発注アプリを含む配送システムの構築	受発注システムや荷物の受け渡しのシステム構築が必要	店舗と連携した受発注システム、ドローンポートによる自動受け渡しの構築
料金面の実現性	無人運用による低コスト化が必要	運行管理システムとの連動、レベル4に対応した機体認証ドローンによる自動飛行により運用コストを低減する

(2) 林業生産性向上関係

課題名	概要	解決策
最適な撮影方法の模索	林業の生育状況把握のための写真撮影を簡略化できるような撮影方法の模索や写真撮影以外のデータの取得方法の選択肢を設ける。	より多くのカメラ、レンズの組み合わせ、飛行方法によって、オルソ画像の比較をし、最適化を目指す。またレーザーやマルチスペクトルカメラを使用したデータ取得方法導入について検討する。
アプリケーションによる森林資源把握	写真から樹種や立木本数を把握する。	樹種を自動判別する研究開発で、AIによる写真から樹種の特定が進んでいる。撮影範囲や地上分解能、天候条件によって判定可否が分かれるため、効果的な手法について検討する。

以上