

スマートシティ実装化支援事業

令和3年度仙北市スマートシティ推進コンソーシアム

調査報告書

令和5年1月

目次

第1章 はじめに

- 1.1 仙北市の課題
- 1.2 令和3年度仙北市スマートシティ推進コンソーシアム

第2章 目指すスマートシティとロードマップ

- 2.1 仙北市の目指す未来
- 2.2 ロードマップ
- 2.3 K P I

第3章 実証実験の位置づけ

- 3.1 実証実験を行う技術・サービスのロードマップ内の位置づけ
- 3.2 ロードマップの達成に向けた課題
- 3.3 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

第4章 実験計画

- 4.1 実験で実証したい仮説
- 4.2 実験内容・方法
- 4.3 仮説の検証に向けた調査方法

第5章 実験実施結果

- 5.1 実験結果
- 5.2 分析
- 5.3 考察

第6章 横展開に向けた一般化した成果

- 6.1 地域特情などを除いて一般化

第7章 まちづくりと連携して整備することが効果的な施設・設備の提案

- 7.1 スマートシティの取組と合わせて整備することで効果的な施設・設備
- 7.2 施設・設備の設置、管理、運用に係る留意点
- 7.3 地域特性に合わせた提案

第1章 はじめに

1.1 仙北市の課題

仙北市は、平成17年9月に、角館町、田沢湖町、西木村が合併して誕生した。総人口は、合併当初には、32,637人であったが、令和5年1月には24,098人と、人口減少が進んでおり、高齢化率は43%である。今後も人口減少・少子高齢化が進み、推計では令和7年には老年人口が生産年齢人口を上回ることが予想される。若者の流出・人口減少・少子高齢化の拍車は生産年齢人口の減少、担い手不足、地域産業の衰退・雇用機会の減少につながり負のスパイラルに陥っている。先端技術の導入やデータ連携基盤プラットフォーム等の活用により、「負のスパイラル」を「正のスパイラル」に転換し、将来に向けて誰一人取り残さない持続可能な社会の構築を目指す。

仙北市の基幹産業は、農業と観光業である。農業については、農業従事者の高齢化が進む一方、農業従事者の数は横ばいであるにも関わらず、農業生産額は減少傾向にある。また、若年層が市外に転出する社会減をいくらかでも食い止める必要があるが、若年層にとって魅力的な職種を提供できていないため（若年層の就職希望が高いICT関連企業は全事業所の数パーセント程度）、高学歴人材の回帰や地元定着、移住に結びついていない。このため、新たな産業の振興と基幹産業である農業の生産額向上が重要である。

観光業については、平成30年延べ宿泊者は509,648人、内訪日外国人旅行者宿泊者数38,612人（7.6%）とコロナ禍以前から当該地域宿泊者は9割超を国内旅行に依存しており、年代で見ると60代以上の割合が3割を超えて最大のボリュームゾーンとなっていることから、新型コロナウイルス感染症のまん延や、国内旅行を支えている団塊の世代が後期高齢者になる『2025年ショック』は大きな問題である。日本には多くの外国人旅行者が訪れているが、当該地域は恩恵を享受できていない。東アジアからの旅行者は団体が主流で、滞在時間も短く通過型の観光地化している。一方で欧米豪、東南アジアからのFITは、受入態勢の構築の遅れと、情報発信不足から認知度が低い事で旅行先として選ばれていない事が統計や様々なアンケートから明確になっており観光業において最大の課題である。

まずは基幹産業の生産性向上が急務であるが、そのみならず高齢社会に対応した交通の確保、中山間の地域特性に応じた物流の効率化、若年層の社会減抑制、生産年齢人口の確保など、多岐に渡る課題に対応しなければならない。課題はそれぞれ複雑に連動しているため、個別に課題の効率的な解決に取り組むことと同時に、課題解決に向けた新しいアプローチを模索することも求められている。

さらに、防災の観点からは、仙北市は東京都の半分程度の広大な面積を有し、土砂災害、浸水災害等の範囲も広範囲に渡っており、災害情報を的確に把握するために、消防団や防災担当職員の限られたリソースで対応していることや、防災無線は整備されているが、屋外放送が主たる手段となっており、有事の際の有効性に不安があるといった課題を有し、安心・安全なまちづくりを行うための効率的な仕組みが必要とされている。

1.2 令和3年度仙北市スマートシティ推進コンソーシアム

本事業を共同連帯して行うためにコンソーシアムを組成し、コンソーシアムの構成員が中心となりながら防災を中心とした各サービスの実装に向けた取り組みを推進するとともに、また域内外からの事業者の参画を求めながら、実装に向けた具体検討を進めていく。

その際、従前より取り組んできた仙北市版スマートシティに必要な都市 OS（データ連携基盤）も、コンソーシアムとして整備方針を取り決めながら、関係機関との調整の上で実現に向けた構築を行う。各構成員の業務分担は以下の通り定めている。

「各構成員の業務分担」

	名称	役割及び責任
1	仙北市 (自治体代表)	<ul style="list-style-type: none">協議会への参加報告書の作成をはじめとする事業全般の管理・統括業務ルール策定・管理、周知広報
2	株式会社ウフル (代表事業者)	<ul style="list-style-type: none">協議会への参加報告書の作成をはじめとする事業全般の管理・統括業務事業の計画・策定事業実施に係る技術・ノウハウの提供都市 OS 設計
3	ソフトバンク株式会社 (構成員)	<ul style="list-style-type: none">協議会への参加事業の計画・策定
4	株式会社レスターエレクトロニクス	<ul style="list-style-type: none">ドローン運航に伴う一連の付帯業務
5	株式会社テラ・ラボ	<ul style="list-style-type: none">ドローン運行における運用マニュアルの作成ドローンで取得した画像のオルソ化

第2章 目指すスマートシティとロードマップ

2.1 仙北市の目指す未来

仙北市は、平成27年8月に国家戦略特区（地方創生特区・近未来技術実証特区）に指定されて以来、農業、観光分野での規制緩和を活用した事業を展開するとともに、ドローンによる物資配送や自動走行の実証実験を実施してきた。これまでも、地域課題の解決のために、規制緩和の活用や近未来技術の実証を実施してきたが、今後、実証から実装にシフトし、まちづくりの基本方針として、「市が抱える様々な地域課題について、AI・ロボット技術（自動車の自動走行、ドローンの自動航行、IoT等）等の最先端技術を積極的に活用し第4次産業革命・Society5.0を地方から実現するグローバル・イノベーションのモデルケースを構築する」ことを推進していくこととしている。これらにより、農林業、観光業等仙北市の基幹産業の市場拡大を図るとともに、交流・関係人口を拡大させ、規制緩和の積極的な活用による地方創生モデルを発信することを目指す。なお、仙北市版グローバル・イノベーションのイメージは、最先端技術を地域課題の解決に積極的に活用し、次世代を担う世代が住みたくなるまち、自らの夢を自らが生活する地で実現することができるまちを目指し、国際交流を推進しつつグローバルな視点で地域活性化を図る小さな国際文化都市を実現するためのまちづくりを推進することである。

これを実現するために、「しあわせな未来のいなか」をビジョンとする、仙北市版スマートシティの実現を目指している。仙北市版スマートシティを実現するには、「サービスマネジメント」、「技術・データマネジメント」、「ビジネスマネジメント」の3つの要素をサイクルとして回すことが必要になると考えられる。仙北市版スマートシティにおけるそれぞれの役割は下記のイメージである。

○サービスマネジメント

地域課題を、地域（都市、産業、市民）が求めるサービスの源泉として捉え、どのようなサービスがあれば課題の解決に効果的にアプローチできるのかを検討する。データプラットフォームとの連携により、課題を具体的に見える化する役割などを担う。

○技術・データマネジメント

必要となるサービスについて、先端技術やデータの活用で具体化が可能なのかを検討・検証し、実装に向けた課題整理等を行う。ビジネス化に向けた基礎マーケティングなども担う。

○ビジネスマネジメント

サービスの実装に向けた具体のビジネスモデル、事業計画を検討する。他社との連携、地元企業との連携なども積極的に行いながら、域内での雇用創出に繋がるようなモデル構築を行う。

2.2 ロードマップ

スケジュール概略を下記に示す。本事業においては、2023年以降に防災情報プラットフォームの実装・運用を開始し、2030年には仙北市役所内のみならず、仙北市民の30%が利用することをひとつの目標としている。また、防災情報プラットフォームを整備する過程で実装する都市OSと仙北市版スマートシティにおいて実装予定の各先端的サービスを順次連携させるものとする。

2.3 KPI

仙北市版スマートシティの取組全体として、重要業績評価指標（KPI）を設定している。

仙北版スマートシティの取組は、サービスの実装により地域へ変革をもたらし、グローバル・イノベーションの創出を行うことで地域の活性化に寄与するものであることから、各取り組みにおける目標を全体の重要業績評価指標（KPI）とし設定し、成果の検証を実施することとする。

【仙北市スマートシティ実行計画のKPI】

- ・自動運転型モビリティサービス売上高： 430万円（2030年）
- ・水素供給サービス売上高： 1.1億円（2030年）
- ・観光宿泊者数： 860,000人（2030年）
- ・農業産出額： 60億円（2030年）
- ・ドローンによる物資配送サービス売上高： 100万円（2030年）

さらに、本事業では、当初仙北市スマートシティ実行計画でカバーされていなかった防災分野に取り組むため、新たに以下の通りKPIを設定し、有識者等からの意見に基づき計画の見直しおよび着実な事業の実施を図るものとする。

【本事業のKPI】

- ・航空画像のオルソ化実証回数 1回（2022年度まで）
- ・市民による投稿件数 10件（2023年度まで）
- ・防災情報プラットフォーム利用率 30%（2030年まで）

「全体スケジュール」



第3章 実証実験の位置づけ

3.1 実証実験を行う技術・サービスのロードマップ内の位置づけ

仙北市版スマートシティは、ハードとしての都市像ではなく、地域へのイノベーション（先端技術やデータを活用した様々なサービス）を生み出すエンジンとしての都市像を目指すこととした。仙北市の場合は全国に先駆けて国家戦略特区などの取組を通じ、技術活用の模索を続けてきたことから、それらをサービス化し、実装するフェーズに入っている。

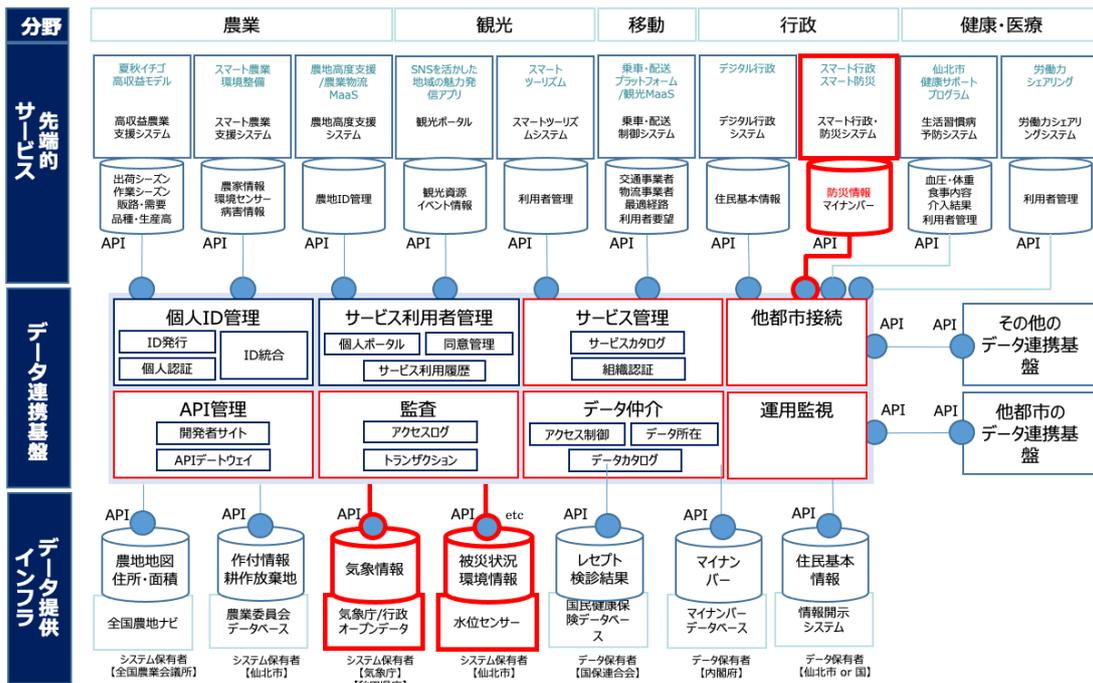
こうしたなか本事業では、都市OSやIoT機器をはじめとした先端テクノロジーを活用した防災情報プラットフォームを導入することで、大雨や大雪、土砂災害、雪崩をはじめとした災害時における、行政職員・市民へのリアルタイムな災害対策関連情報の共有を実施し、安心・安全な地域づくりを行うことを目的とする。本防災情報プラットフォームは2023年以降の実装を目指しており、実装に向けた技術・運用・コスト等の課題を検証する。

本事業では、防災情報プラットフォームの機能として昨年度に検証した下記（ア）～（ウ）に加え、市民・企業が保有するドローンを活用することによる被災地域の速やかな状況把握の実現に取り組んだ。

- （ア） 水位センサー
- （イ） 顔認証検温カメラ
- （ウ） GPSトラッカー

なお、本事業を通じて構築する都市OS（データ連携基盤）は、仙北市版スマートシティで推進する他分野の先端的サービスとの連携を見据えている。さらに並行して、デジタル人材育成講座を行うことで、サービス利用者の拡大およびプラットフォームに格納されたデータを地域課題解決のために有効活用できる人材を増やすことを目指している。

図表3 都市OS（機能（サービス）、データ、データ連携、共通機能）



3.2 ロードマップの達成に向けた課題

仙北市は東京都の半分程度の広大な面積を有し、土砂災害、浸水災害等の範囲も広範囲に渡っており、災害情報を的確に把握するために、消防団や防災担当職員の限られたリソースで対応している。また、防災無線は整備されているが、屋外放送が主たる手段となっており、有事の際の有効性に不安がある。

こうした課題を解決するためには、IoT を活用した遠隔からリアルタイムに情報を共有できる仕組みや、データを一元管理し表示できる仕組みが必要となる。

3.3 課題解決に向けた本実証実験の意義・位置づけ

本事業においては、都市 OS や IoT 機器をはじめとした先端テクノロジーを活用した防災情報プラットフォームを導入することで、災害時における、行政職員・市民へのリアルタイムな災害対策関連情報の共有を実施する。

また、安心・安全な地域づくりに寄与する技術の実証だけでなく、ビジネスモデル・持続可能性の観点からも検証する。防災情報プラットフォームの導入および将来的な機能拡張にあたり、費用対効果を計る指標として、災害対応に係る市役所職員について、現状とプラットフォーム導入後の対応コスト（時間）を試算・比較することで、その想定効果を示す。

第4章 実験計画

4.1 実験で実証したい仮説

誰一人取り残さない「しあわせな未来のいなか」を目指し、限られた職員・予算で市民の快適な暮らしを実現するために、国家戦略特区の認定も受けながら、ドローン等の先端技術の導入を推進している。防災分野においては、令和3年度スマートシティモデルプロジェクトの採択を受け、都市 OS や IoT 機器をはじめとした先端テクノロジーを活用した防災情報プラットフォームの導入を行うことによる広範なエリアのリアルタイムな状態可視化を一部、開発した。

しかし、IoT でカバーされていないエリアの可視化が実現できておらず、本実証事業では、市民・企業が保有するドローンを活用することで、市内全域の速やかな状況把握の実現に向けた実証事業として取り組むものとする。

4.2 実験内容・方法

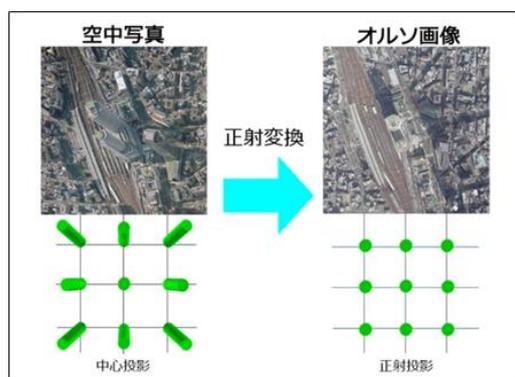
(1) 実証実験概要

市民や市内事業者が保有するドローンの利活用による、市内全域の速やかな状況把握を実現する取組みとして、ドローンによる空撮画像をオルソ画像[※]化し、防災情報プラットフォームに表示するための、ドローンの運用マニュアルを作成する。実証実験は、このマニュアル作りに向けて、容易かつ効率的な空撮・オルソ画像化を実現するための、ドローンの運用に係る、飛行高度、撮影間隔等、各種設定の最適値を調査・検証する目的で実施。

※オルソ画像とは

空撮写真は、レンズの中心から対象物までの距離の違いにより、写真上の像に位置ズレが生じ、撮影対象が地面から高いほど、また写真の中心から周縁部に向かうほど、この位置ズレが大きくなる。オルソ画像は、多数の空撮写真の合成処理により、写真上の像の位置ズレをなくし、地図と同様に、真上から見たような傾きのない、正しい大きさと位置に表示される画像に変換（正射変換）したものである。オルソ画像は、写された像の形状が正しく、位置も正しく配置されているため、地理情報システム（GIS）などにおいて、位置、面積及び距離などを正確に計測することが可能で、地図データなどと重ね合わせて利用することができることから、災害対策用途での利活用も進んでいる。（下図参照）

■正射変換イメージ（出典 国土地理院）



■熱海市土砂災害現場のオルソ画像（テラ・ラボ）



（2）実験方針

仙北市防災部局担当者とのヒアリングにおいて、オルソ画像に求める条件として、以下の二点が提示された。

- ・ 所定の空撮範囲に対する画像欠損が少ないこと※1
- ・ 道路が寸断されているかのように誤認されかねない隣接コースの空撮写真との接合ズレが生じないこと※2、上記の条件を満たし、容易かつ効率的な空撮・解析が実現できる設定を調査・検証した。

※1. 所定撮範囲に対して画像欠損が著しいオルソモデルの例



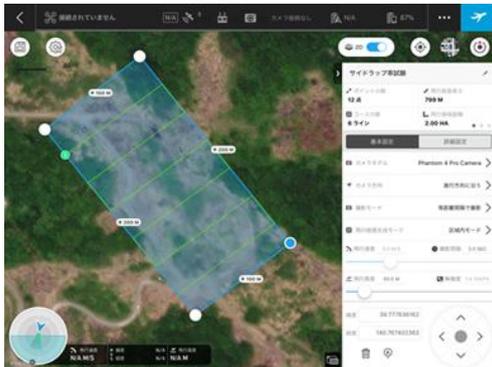
※2. 隣接コース空撮写真との接合ズレの例



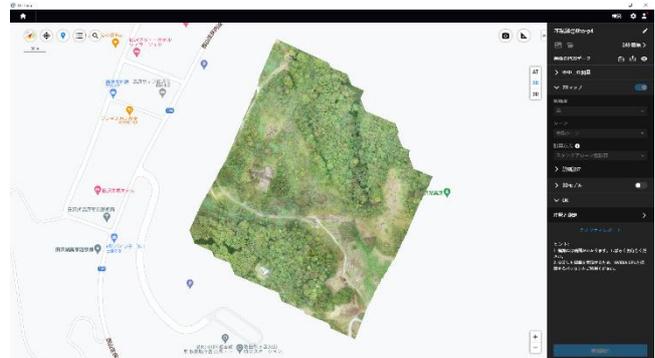
(3) 予備実験

まず、約 2ha を空撮対象とした予備実験を実施。予備実験では空撮・自動航行の各設定項目（オーバーラップ率、サイドラップ率など）を調整することにより、生成されたオルソ画像の質にどのような影響が及ぶのか、また、飛行所要時間、飛行終了時のバッテリー残量、解析所要時間等、作業の効率に関わる項目について調査し、上記条件を満たし、1回の飛行で最も効率の良い空撮が実現できる設定を検証した。次に、予備実験で割り出された最適値と考えられる設定に基づき、市民参加による実証実験を実施した。本実験では、市内のドローン保有者（3名・2機種）により、1回の飛行で空撮が可能な面積の検証実験、および、土砂災害現場を想定した傾斜地の空撮実験を実施した。また、付随して、安全運航の観点から視認性実験を、災害情報の速報性という観点からオルソ画像のオンライン評価実験を実施した。なお、予備実験・市民参加による実証実験とも、飛行計画の作成・自動航行には汎用アプリ「GS PRO」を、解析ソフトは、操作が簡便な「DJI TERRA」を採用し、解析は実験現場にてノート PC で実施した。

■ 「GS PRO」設定画面



■ 「DJI TERRA」による解析イメージ



(4) 実証実験実施にあたって事前調査・準備事項等

【前提】

※飛行予定地事前調査

- ・地形リスクあるいは送電線等障害物の有無など、飛行予定地点でのリスクの洗い出し
- ・飛行予定地域につき、航空法、小型無人機等飛行禁止法、条例等による制限の有無の調査
- ・上記調査に基づく飛行計画の策定

※飛行計画に基づく事前準備

- ・実施日時を含む飛行計画策定
- ・DIPS※による航空法上の申請
(必要に応じて)
- ・機体の選定
- ・関係各所連絡・調整
- ・事故対応連絡先作成
- ・天候確認
- ・FISS※入力(必要に応じて) 等

DIPS

: Drone/UAS Information Platform System
国土交通省航空局 ドローン情報基盤システム
無人航空機の飛行許可申請をインターネット経由で行うシステム。

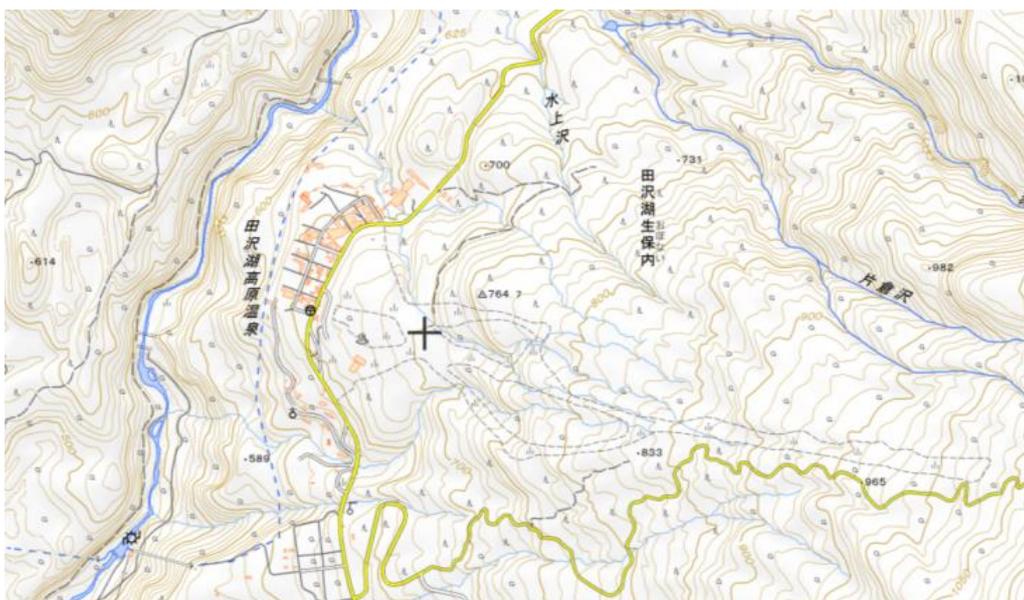
FISS

: Flight Information Sharing System
国土交通省航空局 飛行情報共有システム
無人航空機の飛行予定を事前に登録し、機体情報や飛行計画を他者と共有して、閲覧できるシステム。

① 実験実施予定地の事前調査

実証実験実施に先立ち、Google Map、地理院地図等を活用して、飛行予定地点となる田沢湖高原スキー場跡地の地形等につき予備調査を実施、また9月8日(水)には現地調査を行い、実験実施予定地として好適であることを確認した。

■ 実験実施予定地周辺の地形図、図中+印は離着陸予定地点(標高約700m)



② 航空法等の規制に係る検討

- ・航空法 第三百三十一条の四(無人航空機の登録) : 実験使用機体につき登録済であることを確認した。
- ・航空法 第三百三十二条(飛行禁止空域) : 実験実施予定地である、田沢湖高原スキー場跡地につき、「人口集中地区」「空港等の周辺」「緊急用務空域」でないことを確認し、また、実験は「150m以上の空域」での飛行はしない。
- ・航空法 第三百三十二条の二(飛行の方法) : 正常な飛行ができる状態にある操縦者により、使用機体につき点検・動作確認を実施したうえで、日中に、目視の範囲内で、地上の人又は物件との距離を保って飛行し、危険物の輸送・物件の投下を伴う飛行はしない。

- ・小型無人機等飛行禁止法：実験実施予定地は同法が定める重要施設周辺空域に該当せず。
- ・民法等：実験実施予定地は仙北市指定ドローン飛行エリアとし、市の許可を得て立ち入り、実施する。
- ・条例等：実験実施予定地での無人航空機の飛行を禁止する条例がないことを確認した。ただし実験実施予定地は、仙北市指定ドローン飛行エリアとなっており、『仙北市指定ドローン飛行エリア利用要領』に従って実験を実施する。

③ 実験参加者の操縦経験・使用機体等に係る検討

実験実施に先立ち、実験参加予定者（市民7名）の、無人航空機の操縦経験、保有機体、航空法で定める登録の有無、航空法に基づく包括申請の有無・内容、賠償責任保険加入状況等につきアンケート調査をし、実験参加者として3名を選定。9月9日には、実験実施予定地で、使用機体につき航空法で定める登録記号が表示されていること、改造等がなされていないこと、動作に問題が無いこと、実験参加者が手動で操縦ができる技量を持っていることを確認した。

④ 実証実験実施にあたり配慮すべき事項

航空法 第三百三十二条の二に従い、人および、周囲の住宅・商業観光施設、道路・車両等の物件から十分な距離を保って飛行をする。また、空撮はオルソ画像作成用であることから、実験実施予定地のみを撮影対象とし、カメラは常に下向きとなる。したがって本実験で実施する空撮は、基本的に、ホテル、観光施設等の利用者のプライバシーを侵害するものではない。実験実施予定地は、仙北市指定ドローン飛行エリアとなっていることから、実験は仙北市の許可を得た上で、航空法等の法令の他、『仙北市指定ドローン飛行エリア利用要領』に従って実施する。また、『利用要領』所定の事故発生時の規定に従い、ドローンの紛失及び事故等が発生したときは、直ちに市企画政策課に報告し、その指示に従うほか、警察・消防・国土交通省等への緊急連絡体制を構築し、参加者による飛行に際しては、周囲の安全確認のみならず、操縦・運用等につき監督を徹底する。

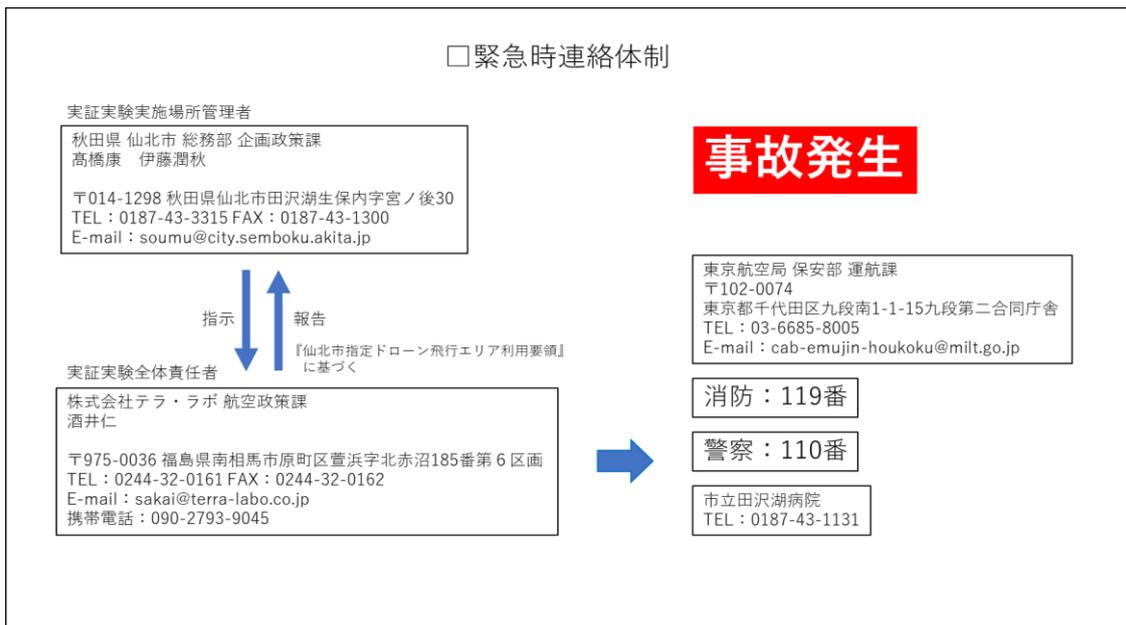
■ 実験使用機体および実験参加者の操縦技量の確認（9月9日実施）



■ 実験実施区域の立入規制実施箇所



■ 緊急時連絡体制



4.3 仮説の検証に向けた調査方法

(1) 予備実験

- ・実施日時 : 令和4年10月6日 13時~16時
- ・実験場所 : 仙北市田沢湖高原スキー場跡地
- ・実験実施者 : 株式会社テラ・ラボ

実験は、蛇行する2本の山道が繋がりヒョウタン状をなしている地点、100m×200m(2ha)を空撮対象として設定し、空撮用フライトプラン作成アプリ「GS PRO」により、オーバーラップ

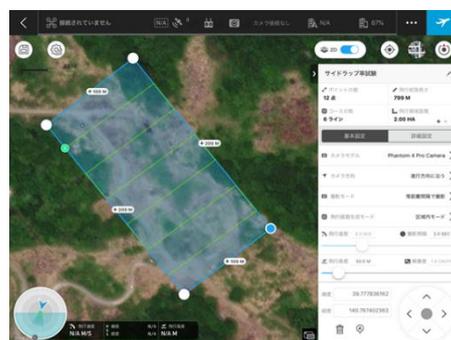
率、サイドラップ率等のパラメーターを調整して実施した。なお、以下の実験は、基本的に、ドローンを用いた空撮測量で標準とされる、オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 60% ※で空撮を実施した場合との比較で評価を行い、一般的な空撮測量用途ではなく、土砂災害等、広範囲に及ぶ災害現場の速報性が要求される現況調査を、地域住民が民生用ドローンを使用して実施することを想定し、標準ラップ率となるオーバーラップ率 80%・サイドラップ率 60%で空撮した場合よりも効率的かつ安全な運用が、容易に実施できる手法を調査した。また、使用機体は民生用機体として一般的な DJI 社製 Phantom 4 Pro を使用した。

※『UAV を用いた公共測量マニュアル』（国土地理院 平成 29 年 3 月）所定の「同一コース内の隣接空中写真との重複度が 80%以上、隣接コースの空中写真との重複度が 60%以上」に基づき、オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 60%を標準ラップ率とした。

■空撮範囲



■アプリ「GS PRO」設定画面



■オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 60%で空撮を実施した場合のオルソ画像



(2) 市民参加による実証実験

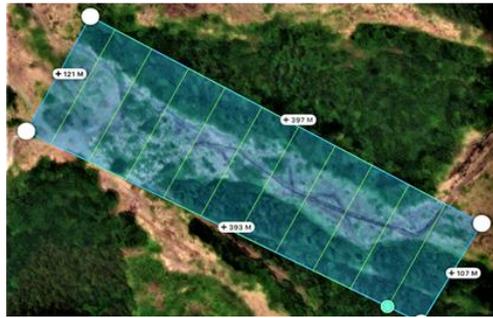
- ・実施日時 : 令和 4 年 10 月 7 日 9 時～16 時
- ・実験場所 : 仙北市田沢湖高原スキー場跡地
- ・実験参加者 : 仙北市内ドローン保有者 3 名

予備実験で割り出された最適値と考えられる設定の妥当性を検証する目的で、本実験を実施した。市内のドローン保有者 (3 名・2 機種) により、1 回の飛行で空撮が可能な面積の検証実験、および、土砂災害現場を想定した傾斜地の空撮実験を実施し、付随して、安全運航の観点から視認性実験を、災害情報の速報性という観点からオルソ画像のオンライン評価実験を実施した。使用機体の内訳は、参加者 2 名が DJI Phantom 4 Pro、1 名が DJI Mavic 2 Enterprise という構成となった。

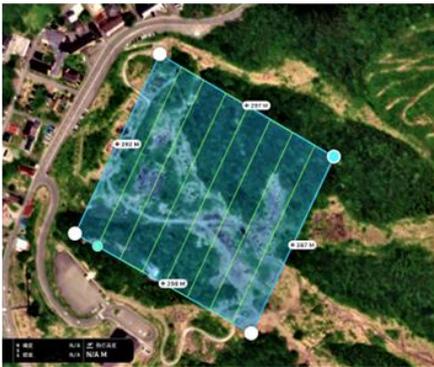
■ 実験項目①「視認性実験」



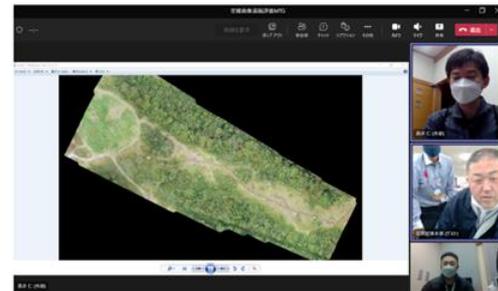
■ 実験項目③「傾斜地空撮実験」



■ 実験項目②「空撮可能面積検証実験」



■ 実験項目④「オルソ画像オンライン評価実験」



■ 実験使用機体



・ DJI Phantom4Pro (2名)



・ DJI Mavic2 Enterprise (1名)

第5章 実験実施結果

5.1 実験結果

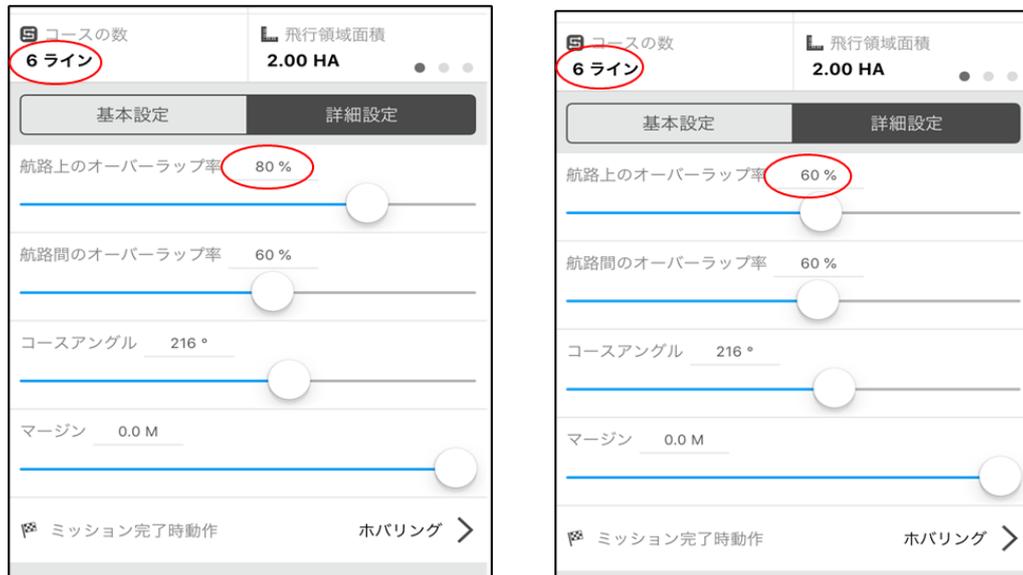
(1) 予備実験

① 予備実験 1. オーバーラップ率実験

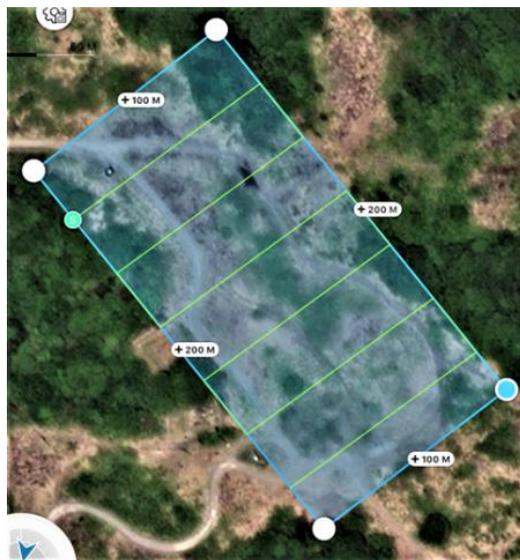
「オーバーラップ率」はオルソ画像を作成するための素材となる、個々の写真のタテ方向の重なりを表すものであり、ドローンの飛行においては、飛行コース上で空撮を実施する間隔（シャッターを切る間隔）でしかない。したがって、オーバーラップ率を変えても、飛行ライン数および、飛行経路の長さは変わらないため、基本的にはラップ率を下げても1回の飛行での空撮可能面積が増大することにはならない。空撮する写真の枚数が変わるので、オ

ルソ画像の画質、解析所要時間が変わることが想定される。オーバーラップ率を変化させることで、オルソ画像の画質、解析所要時間はどの程度変わるのがかを検証した。

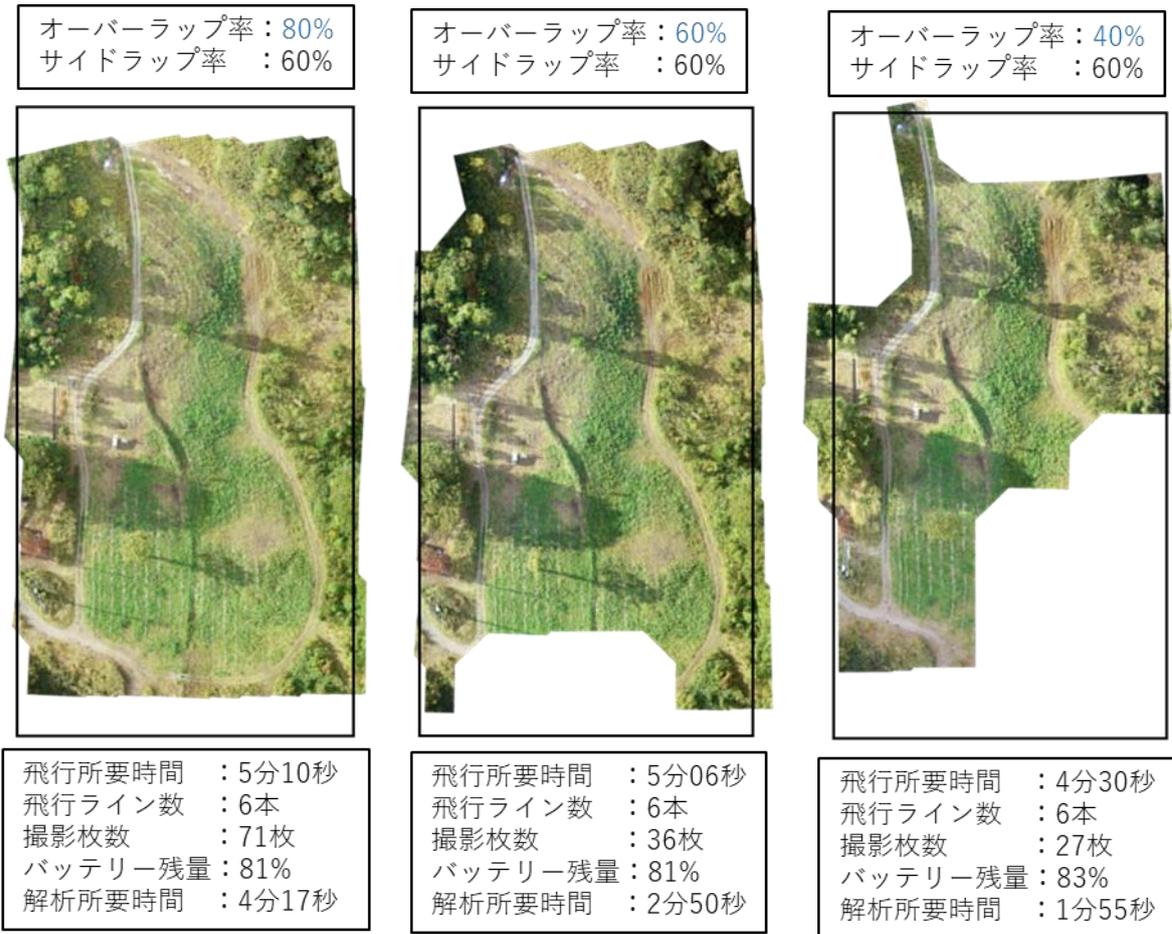
■ 下図 飛行プラン作成画面の例。オーバーラップ率を低下させても自動生成されるライン数は変わらない



■ フライトプラン作成アプリにより生成されたオーバーラップ率 80%・サイドラップ率 60%の飛行コースの例。青線内が撮影範囲(100m×200m 2ha)、緑色の線は実際にドローンが飛行する航路で、この範囲でサイドラップ率を 60%とした場合、空撮を伴う直線の飛行コースは 6 本となり、6 本の飛行コースを折り返す自動航行となる。「オーバーラップ率」は直線コース上で空撮を実施する間隔＝シャッターを切る間隔なので、生成される航路の長さに影響を及ぼさない。



■検証画像



※飛行所要時間・バッテリー残量が変動しているのは、オーバーラップ率を低下させ、シャッターを切る間隔が長くなったため、飛行速度が変化したことによる。

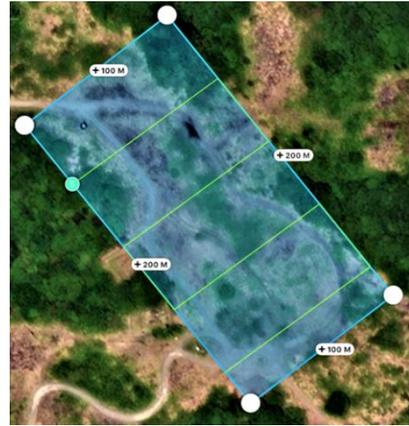
②予備実験 2. サイドラップ率実験

サイドラップ率を変えると、飛行ライン数および飛行経路長が変わるため、サイドラップ率が高ければバッテリーの消費量も増加する。サイドラップ率を低くできればバッテリーの消費量が抑えられるので、1回の飛行で空撮が可能となる面積も拡張することが可能で、また、写真の枚数も減らせるため、解析所要時間も短縮されることが考えられる。ただし、隣接する飛行ライン上の空撮写真との重複率が低下するため、オルソ画像の欠損の発生が問題となる。災害現場での現況調査を想定して、実用的なサイドラップ率の下限はどの程度か、また、サイドラップ率を低下させたことにより、バッテリー消費および解析所要時間はどの程度削減できるのかを検証した。

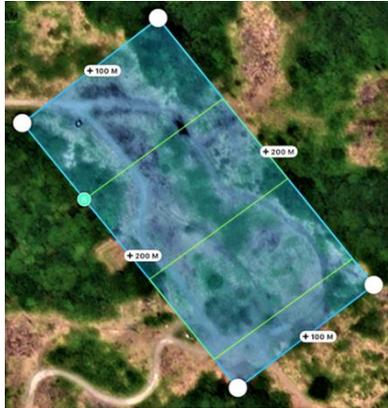
■オーバーラップ率80%・サイドラップ率60%
の場合の飛行コース（飛行コース6本）



■オーバーラップ率80%・サイドラップ率40%
の場合の飛行コース（飛行コース4本）



■オーバーラップ率80%・サイドラップ率20%
の場合の飛行コース（飛行コース3本）



■検証画像

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：60%



飛行所要時間：5分10秒
飛行ライン数：6本
撮影枚数：71枚
バッテリー残量：81%
解析所要時間：4分17秒

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：50%



飛行所要時間：4分40秒
飛行ライン数：5本
撮影枚数：58枚
バッテリー残量：83%
解析所要時間：3分55秒

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：40%



飛行所要時間：4分12秒
飛行ライン数：4本
撮影枚数：45枚
バッテリー残量：84%
解析所要時間：3分08秒

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：30%



飛行所要時間：3分30秒
飛行ライン数：3本
撮影枚数：35枚
バッテリー残量：86%
解析所要時間：2分41秒

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：20%



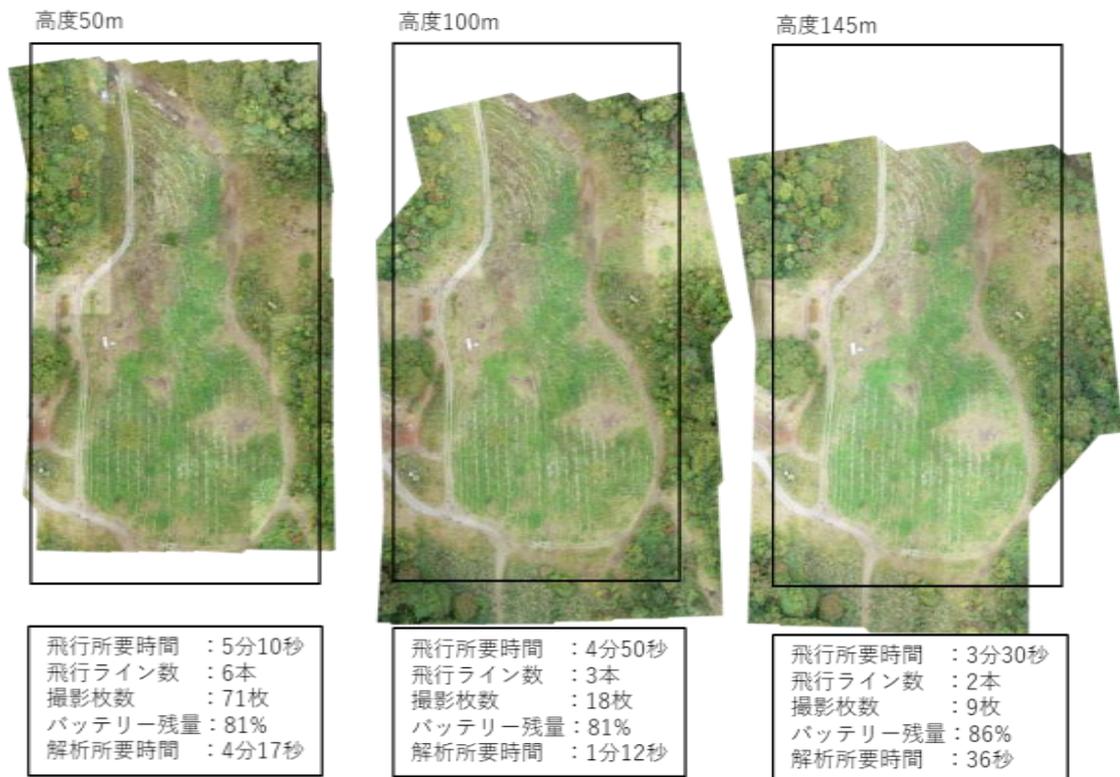
飛行所要時間：3分34秒
飛行ライン数：3本
撮影枚数：32枚
バッテリー残量：86%
解析所要時間：1分52秒

③予備実験 3. 飛行高度実験

レンズの画角が一定ならば、空撮する飛行高度が高くなるほど同じラップ率でも飛行ライン数が減るため、一回の飛行での空撮可能面積が増大すると考えられるが、高度が高くなれば、上昇に要した分バッテリーが消費される。どの程度バッテリーが消費されるのか、また、飛行ライン数・写真の数が減れば、オルソ画像の欠損も出やすくなることが想定されるが、画像の欠損はどの程度になるかにつき検証した。

※ラップ率はオーバーラップ率：80%・サイドラップ率：60%で固定し、高度のみ変化させた。

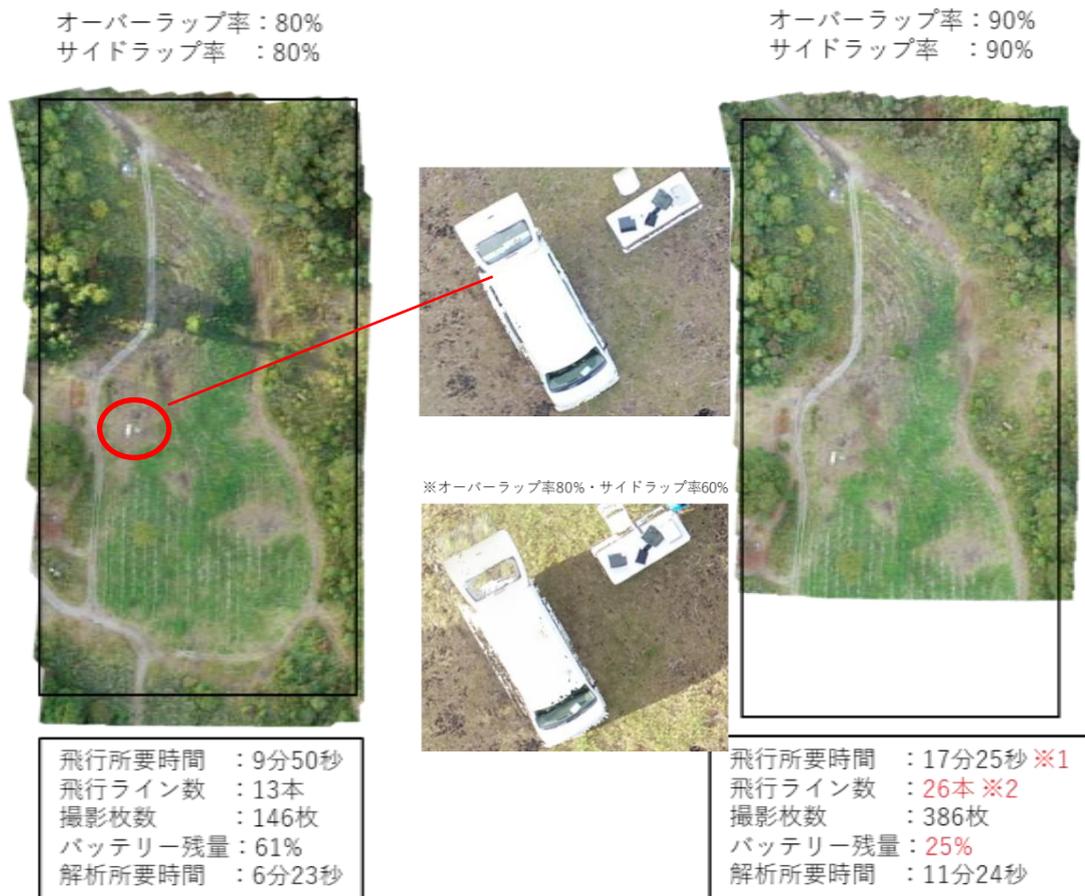
■検証画像



④予備実験 4. 高ラップ率実験

標準的な、オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 60%よりも高いラップ率とした場合、細部の再現性など画質は向上するが、飛行ライン数および飛行経路長が増え、バッテリー消費量も多くなり、解析所要時間も長くなるなど、効率が低下することが考えられる。どの程度、効率が低下するのか検証した。

■検証結果



※1 空撮完了せず ※2 撮影完了は18本

※オーバーラップ率 90%・サイドラップ率 90%の実験では、飛行開始 17 分 25 秒経過後、飛行ラインを 8 本残した地点で低電圧アラートが鳴ったため、空撮途中ではあるが、手動操縦で着陸した。着陸時バッテリー残量は 25%、

(2) 市民参加による実証実験

①市民参加による実証実験 1. 視認性実験

オルソ画像作成を目的とした空撮では、ほぼ自動航行のみでの運用となるが、トラブルが発生した場合には手動操縦で対応しなければならない。機体の性能として広範囲の空撮が可能だとしても、安全運航が確保される範囲を超えて飛行させる訳にはいかないことから、機体が離れた位置にあっても目視で確認できるのか、手動で操縦が可能なのかを確認するために、この実験を実施した。

■実験方法

- ・視認性実験：高度 50m まで上昇後、操縦者から最大 300m の地点まで 5m/秒の速度で、自動航行により移動させ、機体が目視で認識可能な範囲を確認する。なお、道路・住宅等空での飛行を避けるため、本実験のコース距離の最長は 300m とした。
- ・手動操縦実験：上記実験で目視により確認が可能と判断された地点から、手動操縦にて離着陸地点まで帰還させる。実験中、手動操縦が困難と判断した場合は、自動帰還機能を使用して帰還させる。

■検証結果

実験参加者① (DJI Phantom4Pro) : 距離 300m での機体の目視・手動操縦が可能。

実験参加者② (DJI Phantom4Pro) : 距離 300m での機体の目視・手動操縦が可能。

実験参加者③ (DJI Mavic2 Enterprise) : 距離 300m での機体の目視・手動操縦が可能。

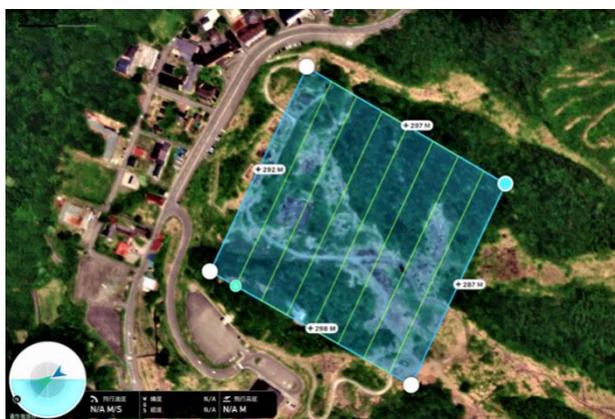
実験参加者 3 名とも、距離 300m での機体の目視および手動操縦が可能であることが、確認できた。しかし 300m 離れた場合、自動航行で移動中の機体から一旦目を離すと、再び機体の位置を確認する難易度が高くなること、また、機体の背景が空である場合と、山である場合では、視認性が大きく異なることが分かった。

②市民参加による実証実験 2. 空撮可能面積検証実験

予備実験によって、高度 50m・オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 50%であれば、画像を欠損させることなく空撮可能面積を拡張できることが分かったが、仮に、余裕のある運用の目安を、「飛行終了時のバッテリー残量が 50%以上」とした場合、1 回の飛行で空撮が可能な最大面積はどの程度か、また解析所要時間等につき検証した。

■実験方法

実験エリア内において、周囲の道路等から距離を取った範囲（1 辺の長さが 290m 程度となる平行四辺形、約 8.5ha）を空撮対象とし、2 種類の実験機で、高度 50m・オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 50%の設定で空撮実験を実施し、飛行中にバッテリー残量が 50%を下回った場合には、自動航行を停止し、着陸させる措置をとる。なお、操縦者は空撮対象地域内に配置し、機体の視認を確保する。



■ 実験使用機体



・ DJI Phantom4Pro



・ DJI Mavic2 Enterprise

■検証結果① DJI Phantom4Pro (高度 50m・オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 50%)



飛行所要時間	: 10分30秒
飛行ライン数	: 7本
撮影枚数	: 212枚
バッテリー残量	: 63%
解析所要時間	: 11分10秒

■検証結果② DJI Mavic2 Enterprise (高度 50m・オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 50%)

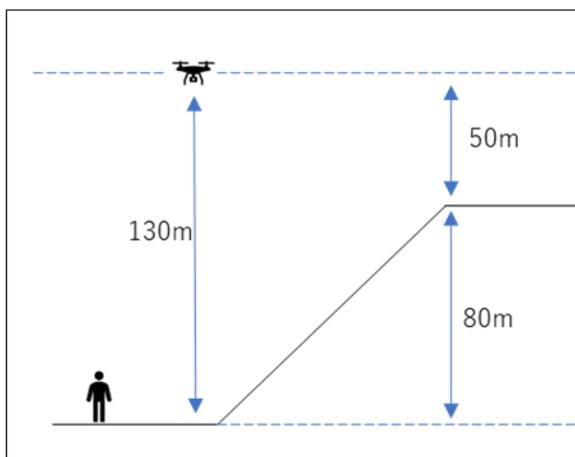


飛行所要時間	: 8分30秒
飛行ライン数	: 6本
撮影枚数	: 134枚
バッテリー残量	: 65%
解析所要時間	: 6分03秒

③市民参加による実証実験 3. 傾斜地空撮実験

平坦な地形であれば、オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 50%という設定で、効率的な空撮が実施できることが確認できたが、高低差がある地形ではどうなるだろうか。土砂災害現場をはじめ、高低差のある地形での空撮では、以下のような問題が生じる。図1のように、高低差が 80m ある地形を空撮対象とし、最も高い地点から 50m 上空を飛行させる場合、飛行高度は離陸地点から 130m となる。飛行高度 130m で、サイドラップ率を 50%とすると標高が高い地点ではサイドラップが不足し、画像の欠損などの不具合が生じることが想定される。これは、撮影に使用するカメラの画角が同じであれば、〈高度=撮影対象との距離〉となるので、対地高度の違いにより、1枚の写真でカバーできる空撮範囲が全く異なるということに起因する。(図2)

■ 図 1



■ 図 2

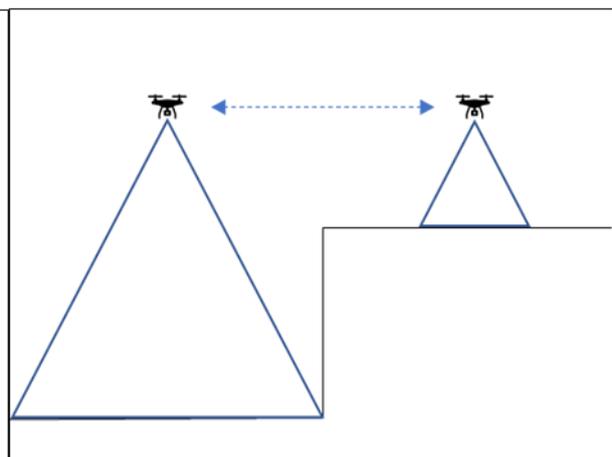
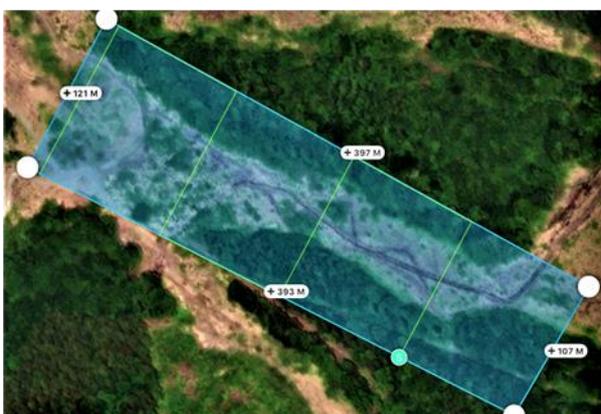
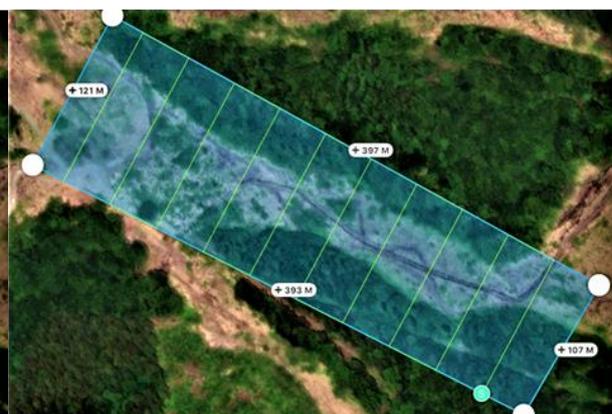


図3は飛行高度 130m でサイドラップ率を 50%とした場合にアプリが自動生成した飛行パターンで、飛行ライン数は 4 本となっている。同じサイドラップ率で飛行高度を 50m にした場合、ライン数は 10 本 (図4) となり、飛行高度 130m・サイドラップ率 50%の設定で空撮した場合、標高が高い地点でラップ率が不足することが分かる。

■ 図 3

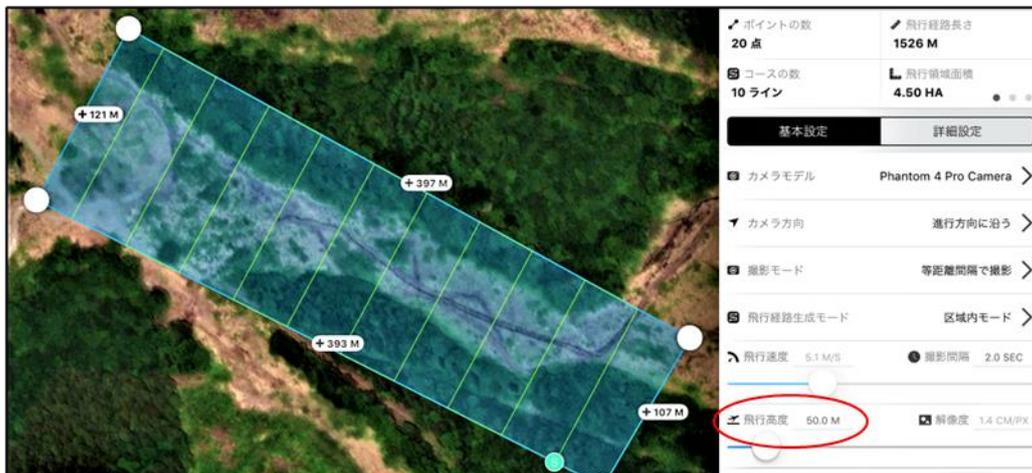


■ 図 4

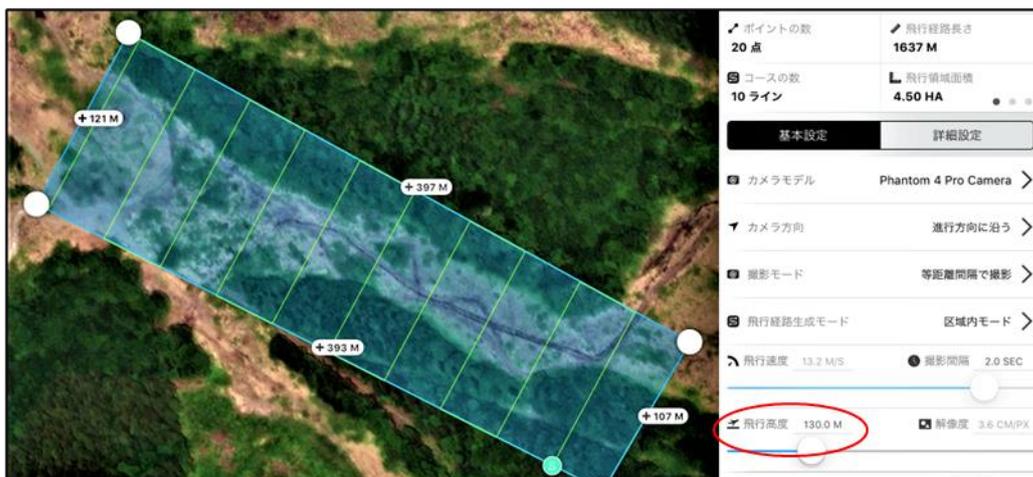


したがって、標高が高い地点でのサイドラップ率の不足を避けるためには、飛行高度を 50m とした場合に自動生成される飛行ライン数と、同じライン数となるようにサイドラップ率を調整する必要があるが、下図の通り、同じ空撮範囲で飛行高度を 130m とした場合に、飛行ライン数が 10 本となるサイドラップ率は 80%であることが分かる。

■ 図 5 高度50m・サイドラップ率50%とした場合のフライトプラン（ライン数10本）



■ 図 6 高度130m・サイドラップ率80%とした場合のフライトプラン（ライン数10本）



■ 実験方法

本実験では、地形図上で約 75m の高低差が確認できる傾斜地（約 4ha）を空撮範囲とし、飛行高度 130m・サイドラップ率 80%という設定を含む、以下の 2 パターンで空撮実験を実施することにした。

- ① 飛行高度 130m・オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 50%
- ② 飛行高度 130m・オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 80%

実験①では、標高が高い地点で画像の欠損等の不具合が発生することが想定されるが、災害時における現況調査の速報性というニーズを考慮して、許容できる範囲なのかにつき検証することにした。

■検証結果

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：50%

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：80%



飛行所要時間：4分30秒
飛行ライン数：3本
撮影枚数：17枚
バッテリー残量：75%
解析所要時間：1分06秒

飛行所要時間：8分30秒
飛行ライン数：10本
撮影枚数：51枚
バッテリー残量：64%
解析所要時間：2分05秒

サイドラップ率 50%は、一見すると画像欠損も少なく、問題は無いようにも見えるが、拡大して確認すると、標高の高い地点で、隣接コースの空撮写真との接合ズレが生じており、道が寸断されているかのように誤認されかねないため、条件を満たしていない。サイドラップ率 80%では、拡大しても接合ズレは確認されず、接合の精度に問題はないが、標高が高い地点で画像の欠損が生じている。この欠損は立木が生えている地点で生じており、地形図を基に算出した約 75m の高低差について、地表部分は欠損なくカバーできたが、立木の高さ分まではカバーできなかったことが原因となる。この問題を解決するには、地表面の高低差に立木の高さも含めたものを、実際の高低差として飛行高度を決定すればよいのだが、実運用上この方法が使えない場合がある。高低差を考慮して決定した飛行高度が、航空法で定められた飛行高度の上限 150m を超える場合がそうであり、むやみに高度を高くす

る訳にはいかない。また、予備実験の結果から、サイドラップ率をこれ以上高くする訳にもいかない。

そこで、飛行高度とサイドラップ率はそのままとして、オーバーラップ率を 90%とする空撮実験を追加で実施した。

オーバーラップ率：80%
サイドラップ率：80%



飛行所要時間：8分30秒
飛行ライン数：10本
撮影枚数：51枚
バッテリー残量：64%
解析所要時間：2分05秒

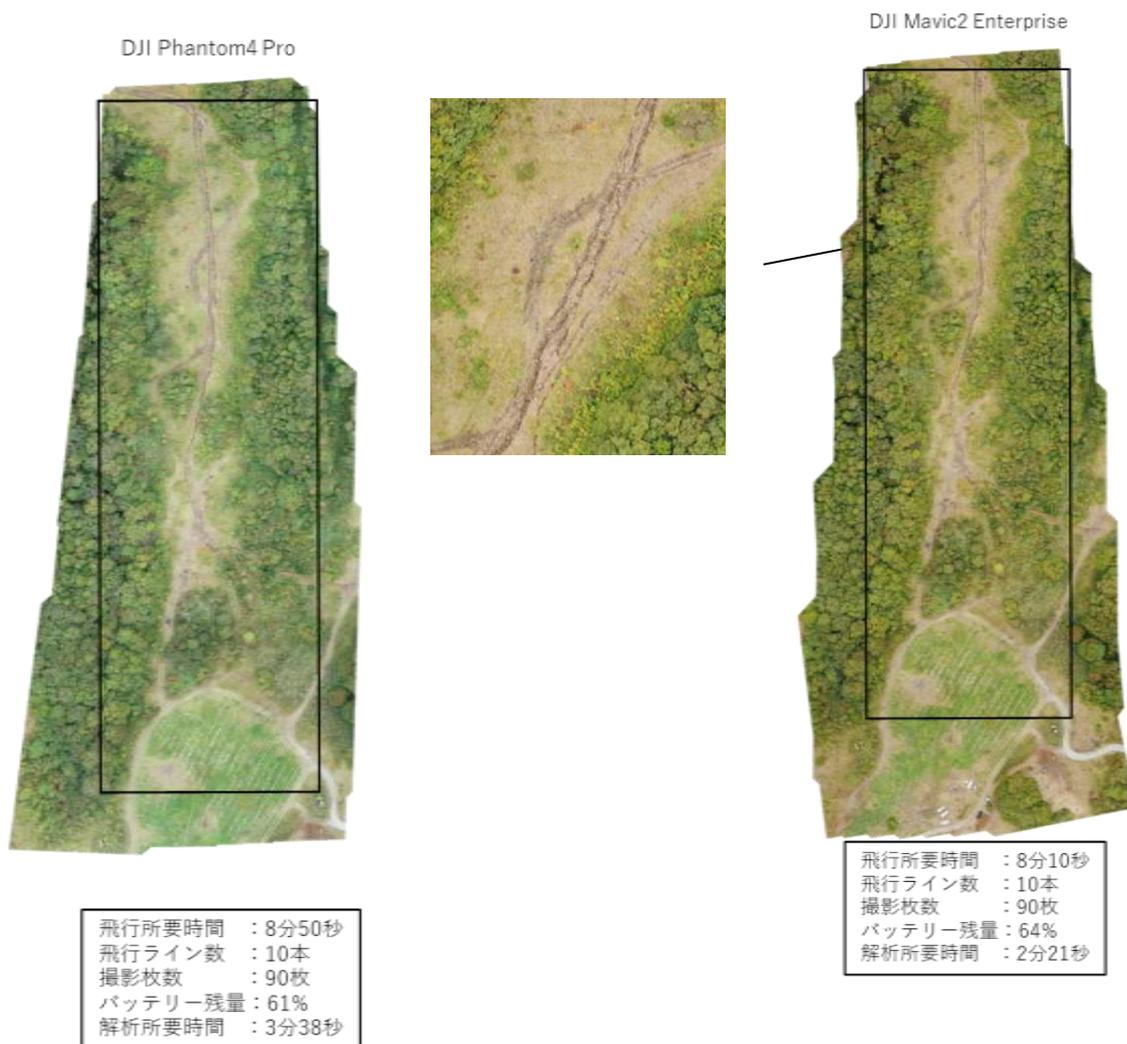
オーバーラップ率：90%
サイドラップ率：80%



飛行所要時間：8分50秒
飛行ライン数：10本
撮影枚数：90枚
バッテリー残量：61%
解析所要時間：3分38秒

オーバーラップ率を 90%にしたことにより、標高が高い地点の立木の高さまでカバーされ、空撮範囲全体にわたり、画像欠損の無いオルソ画像が作成できた。飛行所要時間が約 20 秒伸びたが、飛行終了時のバッテリー残量は 61%と十分余裕がある残量で、また、解析所要時間も 3 分 38 秒で済んだ。

以上の実験の結果から、離陸地点からの高低差が（立木の高さも含めて）おおよそ 80m 程度以内となる傾斜地を、50m の高度マージンで空撮する場合であれば、オーバーラップ率を 90%、サイドラップ率を 80%としておけば、不具合も少なく妥当と考えられるが、このラップ率の妥当性を検証するため、本実験に参加したもう一種類の機体（DJI Mavic2 Enterprise）でも、同じ空撮範囲を、同じ設定で空撮することにした。



同じ設定（オーバーラップ率 90%、サイドラップ率 80%、飛行高度 130m）で、DJI Mavic2 Enterprise により空撮したオルソ画像を上に掲載する。画像欠損もほとんど無く、拡大しても、隣接コースの写真との接合ズレも無かった。飛行終了時のバッテリー残量は 64% と十分で、写真の枚数は、DJI Phantom4 Pro と同じ 90 枚だが解析所要時間は 2 分 21 秒に短縮されている。これは、DJI Phantom4 Pro に搭載されたカメラのセンサー画素数が 2000 万画素であるのに対し、DJI Mavic2 Enterprise の画素数が 1200 万画素と少なくなっていることに起因するが、オルソ画像の画質は十分実用に耐えられる。

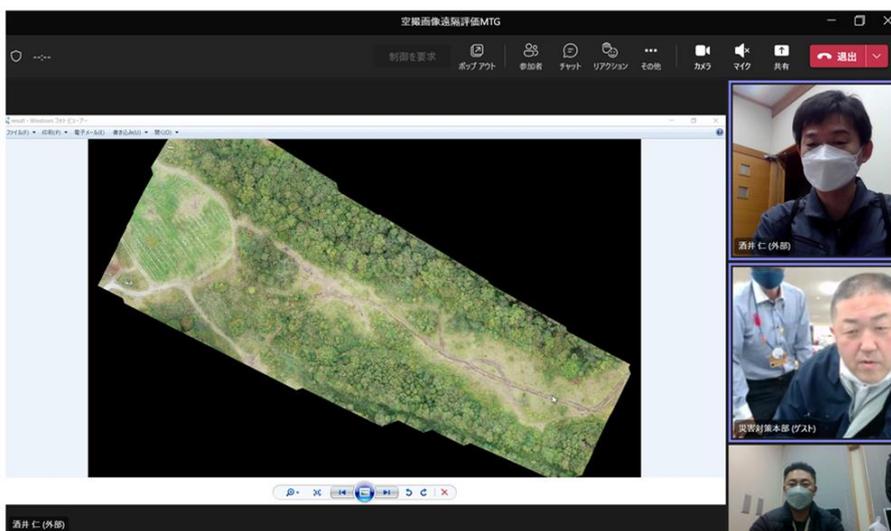
④市民参加による実証実験 4. オルソ画像オンライン評価実験

以上の実験結果から、実験参加者による民生用ドローンを用いたオルソ画像作成用空撮の実施、および現場での解析が、それぞれ、最大でも 10 分前後の所要時間で可能であることが分かった。最後に、災害時を想定し、現場で作成したオルソ画像を、データの転送をせずに、遠隔地にいる災害対策担当者とリアルタイムで共有することが可能か検証した。

■実験方法

災害現場と対策本部とのオンライン会議という想定で、Microsoft Teams によるミーティングを開催。解析済のオルソ画像を Microsoft Teams の画面共有機能により表示し、複数参加者とリアルタイムで画像を共有する。遠隔地の参加者（災害対策担当者）の指示により、画像の部分拡大・移動等の操作も行い、オルソ画像を確認してもらった。

■検証の様子



5.2 分析

(1) 予備実験

①予備実験 1. オーバーラップ率実験

オーバーラップ率を変えても、飛行ライン数および、飛行経路の長さは変わらないため、バッテリーの消費率はそれほど変わらない。ラップ率を下げると撮影する写真も枚数が減るため、解析所要時間は短縮されるが、その差は2分強程度であり、ラップ率が低下するほどオルソ画像の欠損率が高くなることを考慮すると、オーバーラップ率を低下させる積極的な理由があるとは考えにくい。オーバーラップ率は80%を標準とし、それより低くするメリットは無いと考えられる。

②予備実験 2. サイドラップ率実験

2ha での実験では、バッテリー残量の違いは最大5%程度であり、オルソ画像の欠損率はラップ率40%以下で顕著に現れた。サイドラップ率50%を60%と比較した場合、画像欠損率はほとんど遜色がなく、バッテリー消費量も少なく、飛行所要時間も30秒程度短縮された。オーバーラップ率80%・サイドラップ率50%であれば、画像を欠損させることなく空撮可能面積を拡張できると考えられる。

③予備実験 3. 飛行高度実験

飛行ライン数・写真の枚数も大幅に減り、解析所要時間も短縮された。画像の欠損は著しいレベルではないが、撮影対象範囲にズレが生じやすい。飛行ライン数は減ったが、機体の上昇にエネルギーを要するため、バッテリー消費量はそれほど変わらない。高低差のある地形の空撮など、必要がある場合以外、高度を高くするメリットはあまりない。また、高度が高くなるほど風が強くなること、機体の視認も困難になる点にも注意を要する。

④予備実験 4. 高ラップ率実験

高ラップ率は、局所的に高画質で情報を取得したい場合には推奨できるが、その場合でもサイドラップ率は最大 80%程度とするのが無難で、80%から 90%に上げると、飛行ライン数は二倍になり空撮の効率が著しく低下する。

(2) 市民参加による実証実験

①市民参加による実証実験 1. 視認性実験

実験では距離 300m での視認および手動操縦ができることが確認できたが、実運用では、常に飛行中の機体の目視を怠らないこと。操縦者各自が、視力および使用する機体の特性（寸法・色等）、さらに飛行させる環境に応じて、視認が確保できる距離をあらかじめ把握しておくことが求められる。

■300m離れた小型ドローン (DJI Mavic2 Enterprise)



■高度を下げて背景が山になった場合の視認イメージ



②市民参加による実証実験 2. 空撮可能面積検証実験

DJI Phantom4 Pro では、画像欠損はほとんど無く、DJI Mavic2 Enterprise でもアプリにより自動生成された飛行ライン数が 1 本少なくなったことから、少し欠損が生じているものの、実用上問題ないレベルと思われる。拡大しても隣接コースの写真との接合ズレも無かった。飛行終了時のバッテリー残量は 63%~65%と十分で、解析所要時間は DJI Phantom4 Pro で 11 分 10 秒、ややセンサー画素数が低い Mavic2 Enterprise では、飛行ライン 1 本分の写真が減ったこともあり 6 分 03 秒となった。約 8.5ha という広い面積を考えれば、速報性を損なうレベルとは言えないと思われる。

■ DJI Phantom4Pro

■ DJI Mavic2 Enterprise



実験の結果、高度 50m・オーバーラップ率 80%・サイドラップ率 50%であれば、1 回の飛行で約 8.5ha の空撮が余裕をもって実施できることが検証された。

③市民参加による実証実験 3. 傾斜地空撮実験

離陸地点からの高低差がおおよそ 80m 以内となる傾斜地を、50m の高度マージンで空撮する場合、オーバーラップ率 90%、サイドラップ率 80%としておくのが妥当と考えられる。

④市民参加による実証実験 4. オルソ画像オンライン評価実験

最終的には、解析が終わったオルソ画像につき、データ転送、あるいはクラウドシステムへのアップロードをするとしても、その前の段階で、いわば第一報として、オンライン会議でのリアルタイムの画像の共有により状況の把握が可能であることが分かった。あらかじめ、解析ソフトの画面を共有・表示をしておくことで、解析完了と同時に、遠隔地にいる参加者全員が画像を確認することもできる。

5.3 考察

実証実験から、画質につき所定の条件を満たし、市民や市内事業者が保有するドローンによる、容易かつ効率的な空撮・オルソ画像化の実現に向けた運用マニュアルに盛り込むべき、ドローンの運用に係る各種設定として、以下の事項が考察された。本実証実験の考察結果として『運用マニュアル』（別紙）に反映させるものとする。

(1) 現場実証をもとにしたリアルな意見の採用

- ①オーバーラップ率は80%を標準として、それよりも低い設定にはしない。
※ただし、後述の通り、高低差のある地形での空撮では最大90%とする。
- ②サイドラップ率は50%を標準として、それよりも低い設定にはしない。
※ただし、後述の通り、高低差のある地形での空撮では、最大値を80%として調整する。
- ③飛行高度は、対地高度で50mとなる設定を標準とする。空撮対象範囲に高低差がある場合には、最も高い地点と離着陸地点との高さの差に50mを加えた高さを、飛行高度として設定する。
- ④ラップ率は、基本的に上記を標準値とし、局所的に高画質で情報を取得する目的で、ラップ率を高くする場合であっても、サイドラップ率は80%を上限とする。
- ⑤操縦者は、常に飛行中の機体の目視を怠らないこと。また、各自の視力および使用する機体の特性（寸法・色等）、飛行させる環境において、視認が確保できる距離をあらかじめ把握しておくこと。機体が離れた位置にある場合、自動航行中の機体から一旦目を離すと、再び機体の位置を確認する難易度が高くなり、機体の背景が空である場合と、山である場合では、視認性が大きく異なること。
- ⑥（対地）高度50m・オーバーラップ率80%・サイドラップ率50%であれば、1回の飛行で約8.5haの空撮が、余裕をもって実施できる。
- ⑦高低差のある地形において空撮する場合、空撮範囲内の最も高い地点においてサイドラップ率が50%相当となるようにサイドラップ率を調整すること。ただし、その場合でもサイドラップ率は80%を超えないようにすること。そのためにも、飛行高度は対地高度で50mとなるよう設定すべきだが、補完の目的でオーバーラップ率を90%とするという方法も有効である。離陸地点からの高低差がおおよそ80m以内となる傾斜地を、50mの高度マージンで空撮する場合、オーバーラップ率90%、サイドラップ率80%とすれば、1回の飛行で約4haの空撮が、余裕をもって実施できる。
- ⑧オンライン会議での画面共有機能により、解析ソフトの画面を共有・表示をしておくことで、解析完了と同時に、遠隔地にいる参加者全員が画像を確認することもできる。

(2) 他自治体への横展開

他の自治体においても、仙北市と同様の課題を持っていると考えられるため、以下の点において仙北市のプラットフォームと連携することによりシステム維持のコスト面、災害発生時の迅速な対応の実現が期待できる。

- ①オルソ画像生成のために必要な高性能 PC の共有。またはクラウドサービスを地域一体となってサービス申込し活用するなど、維持コストを複数自治体でシェアすることで保管コストを低減する。
- ②ドローン事業者の紹介、斡旋。災害発生時に活動可能な民間のドローン事業者を紹介することで、道路の封鎖が発生したとしても他地域からでもドローン事業者が対応できる状態を構築する。

第 6 章 横展開に向けた一般化した成果

6.1 地域特情などを除いて一般化

前述の通り、仙北市では、これまでにドローン等の先端技術の導入を推進し、防災分野においては、都市 OS（データ連携基盤）と防災情報プラットフォーム、IoT/AI の導入による広範なエリアのリアルタイムな状態の可視化も一部開発できたが、IoT でカバーされていないエリアの可視化が課題となっていた。今回の実証実験は、その課題解決に向けた取組みとして、市民・企業が保有するドローンの活用による、市内全域の速やかな状況把握の実現を目指すものである。

防災分野におけるドローンの導入は、災害現場など、容易に人が近付くことのできない場所であっても、情報収集を可能にする利便性をもたらすが、ドローンの空撮による写真単体、または動画の場合、それらは、飛行経路上の、ある特定の点からの、あるいは線上を移動するカメラからの視点であることから、被災が広域に及ぶ大規模災害の場合、位置関係や全体的な被災状況が分かりにくいという問題があった。その点、任意の範囲を自動航行により飛行しながら多数の写真を撮影し、合成・正射変換することにより、一枚の地図上の画像にする、ドローンによるオルソ画像作成のプロセスは、広範なエリアの面的なカバーを可能にする有効な手法であり、上述の課題の解決にもつながるものと考えられる。

■熱海市土砂災害現場のドローンの空撮によるオルソ画像（令和 3 年 7 月株式会社テラ・ラボ）



さらに、オルソ画像を地理情報システム（GIS）上に表示することで、単に「画像」としてではなく、地理空間情報として、その機能を拡張することができる。次図は、令和3年に熱海市で発生した土砂災害現場のオルソ画像を、住宅地図上にレイヤーとして表示したもので、土石流により被災した住宅の位置・戸数も、画面上で容易に把握することができる。また、オルソ画像と地理情報システムの併用により、被災状況の全体的な把握だけでなく、防災担当者間での情報共有を目的とした「共通状況図」としての活用も可能となり、救助・復旧作業の効率化も期待できる。

■GIS化された土砂災害現場のオルソ画像（令和3年7月 株式会社テラ・ラボ）



本実証実験では、ラップ率の設定が適切であれば、1回の飛行により約8.5haの空撮・オルソ画像化も可能であること、高低差がある地形での効率的な空撮を可能にする設定などが検証された。今回検証された空撮・自動航行の諸設定を規格化し、マニュアル化することにより、市民・企業が、その保有するドローンを用い、オルソ画像を作成することは十分可能と考える。なお、今回の実験では、実験現場でのオルソ画像作成用に、高処理グラフィックボードを搭載したノートPCを使用した。今後の仙北市での社会実装化においては、たとえば、市民・企業等がマニュアルに基づいて空撮部分のみを担当し、空撮により得られた画像データは、クラウドサービスによりオルソ画像化され、また、防災情報プラットフォームにも反映されるというようなシステムを構築することにより、実運用での工程を簡略化することが可能で、さらに、システムとマニュアルが共有されるならば、他の市町村への横展開にもつながるものとする。また、ドローンの利活用の範囲が拡張されることから、防災分野以外での応用も期待される。

第7章 まちづくりと連携して整備することが効果的な施設・設備の提案

7.1 スマートシティの取組と合わせて整備することで効果的な施設・設備

本実証調査では、都市OS（データ連携プラットフォーム）を構築し、令和3年度及び令和4年度においては防災分野に関連した水位センサーや除雪車に搭載するGPSトラッカーの増設、ドローンによる空撮映像の表示や市民投稿機能の充実など、プラットフォームの機能拡張に取り組んだ。まちづくりと連携して整備することが効果的な設備としては、避難所に限定せず、各公共施設への検温カメラの設置である。併せて、市内に点在する観光スポットについても、ライブカメラ等の設置により、ポータルサイト上で混雑状況が確認できることは、施設利用者および観光客の安心につながる。

データ連携の観点では、過去に実証した「人流データ」の活用も考えられる。ハザードマップや気象情報といったオープンデータをポータルサイト上で表示するように、人流データについてもオープン化され、サイト上で確認できるようになれば、市内の各種サービス提供者による誘客行為への活用も期待できる。

7.2 施設・設備の設置、管理、運用に係る留意点

データ連携プラットフォームに係る設備等の増設、管理、運用に係る留意点は、関係者の役割分担と費用負担である。災害対策という特性上、当面は市が中心となって運営していく必要があるが、将来的に農業、観光、ヘルスケア等のサービスとデータ連携ができれば、サービス利用者（受益者）から対価を受け取り、運用費に充てることも考えられる。

防災分野におけるドローンの機体および操縦者の確保については、近未来技術関連事業でも連携している地場企業あるいは市民ユーザーが参画する体制を構築することで、持続性の確保を目指す。

7.3 地域特性に合わせた提案

仙北市の特性は、市の面積が広大であること、国家戦略特区に指定されていること、農業が基幹産業であることである。

市の面積が広大であることは、前述のとおり、災害時の状況把握のために多数の職員による巡回が必要であるが、市内各所にセンサーあるいはカメラ等を設置し、プラットフォームで一元管理することで、迅速な状況把握および情報共有が可能となる。データ収集に係る設備は多ければ多いほど災害対応の迅速化につながる。

国家戦略特区（近未来技術実証特区）に指定されたことで、ドローンを用いた実証実験やドローンに関する各種イベント等が継続的に実施され、地域住民にもイメージが浸透している。併せて、農業が基幹産業であることで、農業用ドローンの普及にもつながっている。

プラットフォームとの連携という観点では、ドローンの自動航行による空撮画像で、災害時の状況確認はもちろん、作付け状況や耕作放棄地の確認、農地図の作成、地権者や面積の整理等への

活用が考えられる。

市内のドローン関係事業者や市民ユーザーの協力を得て、それぞれが所有する機体で撮影された空撮画像をプラットフォームで一元管理するためには、ドローンの機体や操縦者が異なる場合でも、一定の自動航行ができるよう、飛行速度・飛行高度・撮影間隔など、自動航行に関する規格の共通化が必要と考える。

このようなドローンの運用体制構築と実証実験で得られる成果（共通規格）を他都市に横展開することで、全国の防災・災害対応体制強化、効率的なインフラ維持管理に寄与できる。

スマートシティ実装化支援事業

令和3年度仙北市スマートシティ推進コンソーシアム

調査報告書

令和3年度仙北市スマートシティ推進コンソーシアム

令和5年1月
国土交通省 都市局