

令和 4 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 22008
研究開発課題名 データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（第 3 回）
副 題 バーチャル物見櫓（V-THUNDERBIRDS）- 災害発生地域における緊急事態対応に必要な情報収集・共有システム -

(1) 研究開発の目的

2 機のドローンが取得する斜めステレオ写真を用いて被災状況とその位置を地図情報に正確に反映させる。具体的には 150m 程度の高度で 30m 程度の距離を保ってホバリングする 2 機のドローンが取得する被災ポイントの画像からステレオ処理により、画像上で示すポイント（煙や火災、倒壊現場など）までの距離を正確に計測する。同時に GIS ソフト上の地図データに被災ポイントの位置を示す。被災ポイントの位置情報を得るためには長い基線長を使って方向を正確に知る必要がある。その為にレーザースキャナを用いたドローン間の距離（30m 程度の基線長）と、リアルタイムキネマテック（RTK）を用いた 2 機のドローンの相対位置を正確に計測する。また、得られた測量情報に地形情報（DEM）を加味して GIS で地図上に示す。

自治体の機関は、得られた被災状況とその位置をスマートフォン等の機器で関係者（被災者、避難希望者、救助隊、関連防災本部など）が共有するとともに、対策を協議する。

(2) 研究開発期間

令和 2 年度から令和 4 年度（3 年間）

(3) 受託者

一般社団法人先端空間情報技術評価支援センター（ASITE）〈代表研究者〉
御殿場市
国立大学法人千葉大学

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 2 年度から令和 4 年度までの総額 30 百万円（令和 4 年度 10 百万円）
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 研究統括：運用設計開発

- 1-1 概念設計（ASITE、御殿場市、千葉大学）
- 1-2 実験実施計画（ASITE、御殿場市、千葉大学）

研究開発項目 2 ドローン機材開発

- 2-1 センサ開発（ASITE、千葉大学）
- 2-2 機体開発（ASITE）
- 2-3 フライト実験（ASITE、千葉大学、御殿場市）

研究開発項目 3 測量と GIS

- 3-1 斜めステレオ写真による位置同定（ASITE、千葉大学）
- 3-2 GIS を利用した地図上での可視化（ASITE、千葉大学）

研究開発項目 4 ハザードデータ作成

- 4-1 航空機・ドローン・衛星データを用いたハザードマップ作製（御殿場市、ASITE）
- 4-2 地図情報からのハザードデータ抽出（御殿場市、ASITE）

研究開発項目5 情報共有技術

- 5-1 御殿場市システムへの導入（御殿場市、ASITE）
- 5-2 スマートフォンを利用した情報共有：災害対応者（御殿場市、ASITE）
- 5-3 スマートフォンを利用した情報共有：被災者（御殿場市、ASITE）

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	2	1
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1 研究統括：運用設計開発

- 1-1. 月に一度の全体会合をオンラインで開催し、進捗状況を把握し、各チームの開発状況の調整を行い、概ねプロトタイプの機体やソフトウェアの開発を予定通りに進められた。また、実際のフライト試験からのフィードバックが得られない代わりに、災害地における調査活動でドローンを用いている学術有識者や調査会社からの情報を収集し、概念設計に生かすことにした。このようなノウハウは公にすることが一般的ではなく、我々のチームの構成メンバーが各所で見聞きした情報を月に一度の全体会合の場での議論に反映した結果であり、当初予定していた方法より、より多くの意見を概念設計に反映できたと考えている。なお、バーチャル物見櫓における位置精度の考え方は以下のようにチーム内で合意を形成した。
- 1-2. 当初予定していたレーザファインダーによる僚機との距離測定（基線長測定）も、概念設計を進める過程で GNSS-RTK 受信機を搭載することで、その高精度測位でレーザファインダーの搭載と同等の精度を得ることを確かめた。これは、バーチャル物見櫓で用いる複数のドローンの機能が全て同じものにすることができ、当初の計画ではレーザファインダ搭載機と反射鏡搭載機の2種を必要としたことにより、より、信頼度や運用の簡便性で良い提案に改善できた。さらに、一機のドローンに2つのGNSS-RTK受信機を搭載することでドローンの方位を高精度で特定できることやデータ転送方法も概念設計に加えることができ、実際の機体の実装し、実験フライトや避難訓練で実証した。
さらにソフトウェアの機能については、災害現場で活動している人、自治体、学術有識者などからの情報でバーチャル物見櫓の自由度を高める機能が盛り込めたことはバーチャル物見櫓の普及にとって大変意義深いことであると考えている。

研究開発項目2 ドローン機材開発

- 2-1. ドローンに搭載したカメラの画像を地上までデータとして送信するためには、Raspberry Pi（ラズベリーパイ）3Bを用いることとした。ラズベリーパイは軽量、小型のコンピュータであり研究開発項目3-1の③で説明する通信システムの実装が可能

である。また、HDMI接続モジュールを別途接続することで $\alpha 7$ や $\alpha 6000$ のモニターのキャプチャができることも選定の理由のひとつである。カメラとラズベリーパイを接続した。1機のドローンには、このカメラとラズベリーパイの1セットを搭載した。

- 2-2. 搭載センサを選定し仕様に合わせた機体開発を行なった。機体上部には、測位・測距データを取得するセンサ、機体下部に画像情報を取得する測量用カメラをジンバルに搭載し地上にリアルタイム伝送する機能を有する。初号機を製作し性能確認した上で、二号機を開発した。
- 2-3. 搭載センサを搭載の上でフライト実験を行い、ホバリング状態で、フライト時間15分以上を達成した。ASITEサイト及び実験サイトで2機体制のフライト実験を行った。2022年11月27日に開催された御殿場市主催の令和4年度地域防災訓練モデル区地震防災訓練のスケジュールの中で、訓練スケジュール内でフライトを行った。

研究開発項目3 測量とGIS

- 3-1. 専用機により斜めステレオ写真を UAV により空撮し、位置同定を行うためには、① UAV の運用フローの整備、研究開発項目 2-1 に記載した搭載センサ（カメラ）や機材の選定、②上空と地上とのデータの通信方法の検討。そして、③斜めステレオ写真を用いたステレオペア画像の解析による位置同定手法の開発を進める必要がある。また、今後のシステム普及に向けた④汎用機を用いた手法を開発した。
- 3-2. 本システムにより同定した位置座標は KML 形式でファイルに出力が可能であり、KML に対応した地図ソフト上で表示・共有が行える。また、Google Map API 等の利用によりウェブ上で位置情報や付随する情報を合わせて共有ができるシステムである。1 機体制によって、陸橋や交差点などの位置を同定し地図ソフトにより共有した。

研究開発項目4 ハザードデータ作成

- 4-1. データの収集に先立って、まず、災害の時間的および空間的スケールを整理し、V-THUNDERBIRDS(以下、VT)活用の観点からリモートセンシングデータの利用について検討を行った。
- 4-2. 御殿場市が公開しているハザードマップで、リスクが識別されている地点（地域）のポリゴンデータを入手した。他研究開発項目（VT-1、VT-5）と共同して、火山災害への対応をVTの活用例として検討した。空撮で取得できないデータとして、火山災害では火砕流の想定被害範囲マップが必要となることが明らかとなった。

研究開発項目5 情報共有技術

- 5-1. ASITE は御殿場市危機管理課の要望を整理し、開発した情報共有システムを御殿場市危機管理課のもと実用化試験を実施した。2022年8月25日（木）、令和4年度御殿場市総合防災訓練が実施される中、本部の大型モニタにドローンからの映像がZoomミーティングにより共有されたことを想定して事前に記録した動画を放映した。一方、ASITE オフィスがホストになりミーティングを立ち上げ発災場所を想定した現場からドローンを飛行させモニタに映る画面やスマートフォンで撮影した画面をZoomミーティングのアプリを使用してそれぞれの画面の共有をして遅延や通信状況のトラブルを確認した。
- 5-2. ASITE は御殿場市の災害対応者の要望を整理し、災害対応者へ提供する情報について令和4年度地域防災訓練モデル区地震防災訓練で実用化に向けた試験を実施した。相模トラフを震源とする地震が午前8時5分に突然発生し、御殿場市においては震度7を記録。市内各所で家屋の倒壊や道路の破損、橋梁の落下等の被害が発生した。これ

により交通機関、ライフラインにも大きな被害が生じ、これらは使用できない状態となったという想定で訓練を開始した。

ASITE では、御殿場市危機管理課に協力を得て避難場所の高根小学校グラウンド上空を撮影ポイントとして実施した。開発した VT システムは搭載した 2 機のドローンと機体のフライト情報を管理するノートパソコン 2 機、撮影された映像から最適な位置情報を付与するノートパソコン 1 台により構成される。この場所から 2 機のドローンを高度 100m まで上昇させた。

併せて廉価版システムの実用化試験に小型ドローンも高度 50m～150mの空域を定点飛行させ避難状況の映像や被災箇所の特定の調査を行い避難する状況が映る事が確認できた。この実用化試験ではバーチャル物見櫓情報共有システムを運用する御殿場市災害対策本部より被災地の映像と整理された GIS マップに表示した情報が高根小学校避難所の PC 及びスマートフォンに共有されたシナリオで実施した。災害対応者がバーチャル物見櫓情報共有システムを使用して避難所及び近隣の避難者の状況を確認する作業に使用した。現状は、避難者が避難した合図として玄関に黄色い布を見えるように飾るルールを決めている。但し、災害対応者が多くの世帯を確認するのは困難だと推測する。これらのポイントを踏まえて運用試験を実施した。

5-3. ASITE は御殿場市と協力して地域住民の要望を整理し、被災者へ提供する情報について要件を定義し、その要件をもとに被災者へ情報を提供するためシステムを開発した。被災者に情報を共有するための具体的なシステムについて被災者と合意を取るために避難訓練後に避難所に 300 人が集まる中、当法人理事長等が本システムの説明を行なった。その結果、自主防災会の部長から必要なシステムと評価された。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

令和 3 年 11 月 27 日に実施された震度 7 の大規模地震を想定した地域防災訓練でのデモンストレーション後に、民間企業のビジネスモデルを検討するためにアンケート調査を実施した。アンケート結果より、開発したバーチャル物見櫓は、関係者からも将来運用が期待される仕組みであり、市役所もしくは消防組織が運用すべきであることが明らかとなった。

この結果を踏まえ、運用者への導入支援および運用支援がビジネスであると仮説を立てた。導入支援方法は、システム一式販売またはシステムレンタルの 2 ケース、運用支援方法も、運用のバックアップ支援と計測までを請け負う支援があると仮説を立てた。

ただし、まだ、バーチャル物見櫓の運用にかかる運用者の負荷が明確でないため、収益モデルまでは建てられていない。次年度は、バーチャル物見櫓の試行を通じ、運用者の人的・金銭的負荷を明確に、次々年度の御殿場市での運用開始に向けて、収益モデルを明確化する。

また、アンケート結果より御殿場市での期待の高さが明らかになったため、他自治体でも同じように期待する自治体があると考え。そこで、他自治体に対し御殿場市での事業をモデルケースとして案件形成をしていく予定である。次年度の後半から御殿場市のケースを広報素材として案件形成活動をしたいと考えている。案件形成先の選定は、市から紹介された他自治体および防災イベント等に積極的に参加し新規の自治体を探す予定である。