

外部評価報告書

「遠隔操縦式小型偵察システムの研究」

1 外部評価委員会の概要

(1) 日程・場所:平成29年8月28日 15:00～17:30
防衛装備庁 防衛技監会議室

(2) 評価委員(職名は委員会開催時点。敬称略、五十音順(委員長以外))

(委員長)田所 諭 (東北大学大学院 情報科学研究科 教授
ImPACT プログラムマネージャー)

原田 正範 (防衛大学校 システム工学群 機械工学科 教授)

米田 完 (千葉工業大学 先進工学部 未来ロボティックス学科 教授)

(3) 説明者:防衛装備庁 先進技術推進センター
研究管理官(ヒューマン・ロボット融合技術担当)付
ロボットシステム技術推進室 室長 大崎 馨

2 評価対象項目

遠隔操縦式小型偵察システムの研究

[事後評価(所内試験終了時点)]

計画担当:防衛装備庁 先進技術推進センター
研究管理官(ヒューマン・ロボット融合技術担当)付
ロボットシステム技術推進室

3 評価対象事項

ロボット関連技術

4 事業の概要

(1) 研究の目的

市街戦、また、テロや特殊災害によるCBRN※1汚染環境下等における、狭隘空間に進入しての偵察任務で使用する遠隔操縦式小型偵察システムの研究を行い、必要な技術資料を得る。

※1 CBRN:化学、生物、放射線および核(Chemical, Biological, Radiological, Nuclear)

(2) 研究開発線表

年度	24	25	26	27	28
全体計画		研究試作			
	←		→		
				←	→
				所内試験	

(3) 運用構想

別紙1参照

(4) 本研究で取り組んだ課題

別紙2参照

(5) 研究試作品の概要

別紙3参照

(6) 研究成果の一例

別紙4参照

5 外部評価委員会の結果

(1) 議論・質疑が集まったところ

1. オプティカルフローに基づく速度制御およびホバリングについて
2. 操縦性の評価手法について
3. 限界性能の確認について
4. 機体性能について

(2) 頂いたコメント、提言等

1. 良好な水準に達していると思われるが、オプティカルフローの生値出力時点での誤差評価、姿勢角等の誤差要因の切り分け等を実施すれば、改善につなげることができると思われる。
2. 遠隔操縦技術のため、操縦者の練度や特性、ユーザインターフェースのデザイン、飛行状況による相違および未知環境への対応状況など、多角的かつ定量的に評価することで、さらなる操縦性向上が期待できる。
3. ユーザの使用目的が定まった時点で、それに応じた今回よりも過酷な条件を設定し、限界性能まで明らかにする試験を行うことが望まれる。例えば密閉された非常階段や、ファイバを繰り出しながらの垂直降下等の悪条件が想定される。
4. 搭載した各種センサを活用し、自機が置かれた環境に応じた機体制御を実施すれば、更なる飛行性能と操縦性の向上が期待できる。また、狭隘空間の飛行に関して、空間の圧力分布等の計測、解析を実施することで、飛行可能な空間を事前に見積もることが可能となり、更なる改善が期待できる。

(3) まとめ

本研究における、屋内狭隘空間での目視外遠隔操縦の実現という目的は、独自性のあるものと認められる。また、実環境を想定した実験場において複数の操縦者による実証試験を行い、技術課題を解決しているなど、良好な成果が得られたものとする。

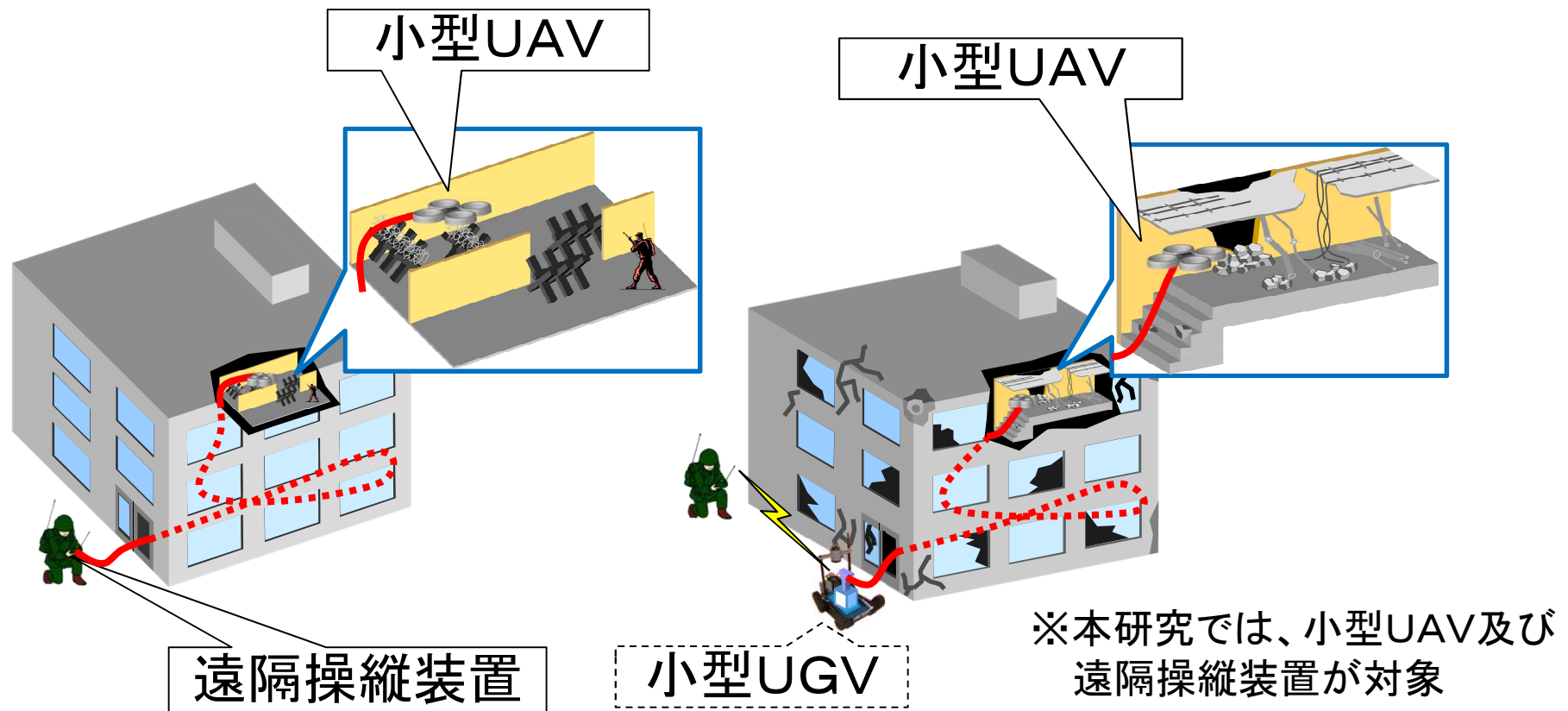
今後も引き続き、デモンストレーション等を通じてユーザーからの明確な使用用途を引き

出し、より実用的な運用を見据えた改良を進められたい。

今後、運用の必要性に応じて課題の解明を行っていくことで、完成度の高い偵察用UAVの実現が期待できる。

運用構想

別紙 1



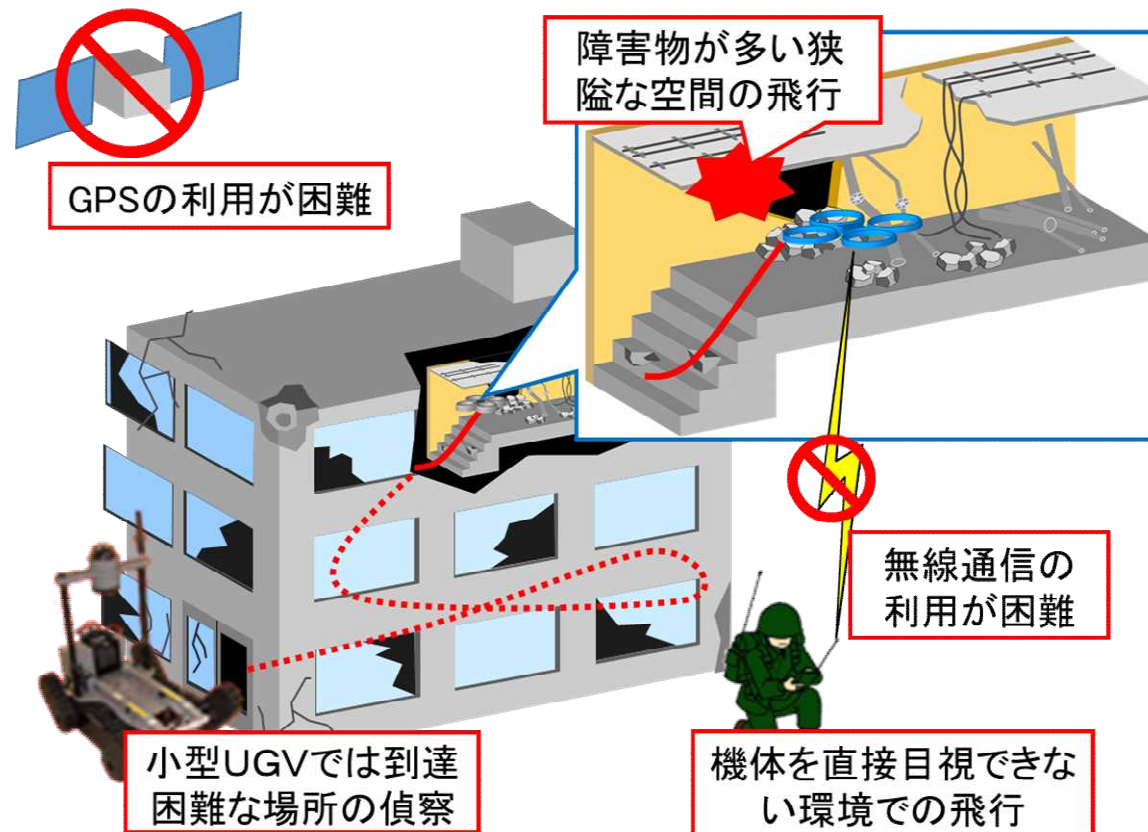
遠隔操縦式小型偵察システムに期待される効果

テロや災害等においては、屋内等における狭隘空間の偵察が重要であり、小型UAVと小型UGVを組み合わせた本システムに対して、以下が期待される。

- ・遠隔操縦により、隊員の被害を局限しつつ臨機応変な情報収集を実施
- ・大型の障害物等の先の空間や高所といった偵察可能範囲の拡張

本研究で取り組んだ課題

別紙 2



屋内偵察には上図のような課題があり、本研究では小型UAVを用いて屋内偵察を実施することを目指した。

小型UAVの操縦を容易にする各種操縦支援機能の実装と、光ファイバを用いた有線通信による確実なデータ通信・画像伝送により、小型UAVを用いた屋内偵察の実現性を実証した。

研究試作品の概要

小型UAV:クアッドロータ型UAVによる飛行・偵察

前方カメラ(左右)

カメラ画像による操縦、ステレオカメラによる三次元環境地図作成

魚眼カメラ(上下)

全周囲画像から擬似俯瞰画像(サラウンドビュー画像)を合成し操縦に利用
下方カメラ画像情報を基に機体速度を制御

距離センサ

超音波センサを用いた上下左右前後の衝突防止

偵察用センサ

熱画像カメラ、放射線量計等の環境計測用センサを1つ選択し搭載可能

通信用光ファイバ

小型UAV下部にロープを搭載
飛行に伴い自動的に繰り出しを実施

小型UAVのサイズおよび質量

幅70cm×奥行き70cm×高さ30cm、質量4.3kg

遠隔操縦装置:タブレットPCによる操縦

操縦キー (画面左右に配置)

カメラ画像

飛行高度

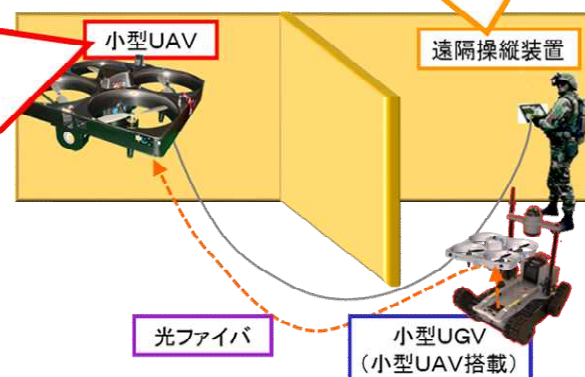
離着陸 ボタン

擬似俯瞰画像 の視点変更

カメラ 選択

センサ情報

各種機能のオン/オフ



システム使用時のイメージ

小型UAVとして、クアッドロータ型のUAV(ドローン)を用いる。カメラ画像は光ファイバの有線通信により伝送し、サラウンドビュー機能により、タブレットPCで自機と周囲を俯瞰しながら小型UAVを遠隔操縦する。

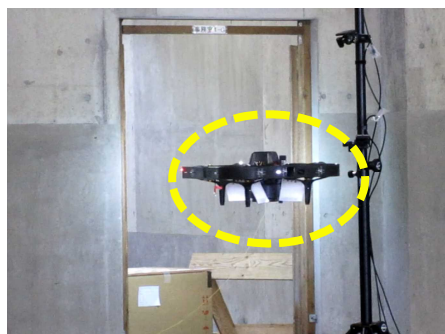
研究成果の一例(狭隘空間の飛行)



狭隘空間(窓枠を想定した枠)の通過状況

通過が可能であった枠のサイズ

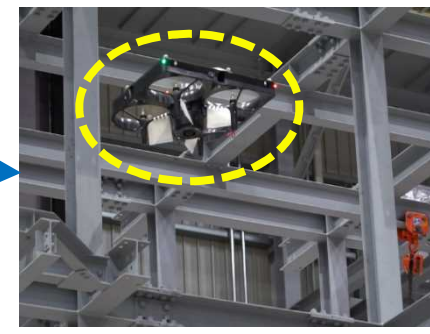
項目	幅(m)	高さ(m)	長さ(m)	通過可否	備考
1	1	0.9	0.2	○	無風状態および風速2m/s環境で実施し、いずれも通過可能であった。
2	0.8	0.9	0.2	○	
3	1	0.5	0.2	○	



扉の通過状況

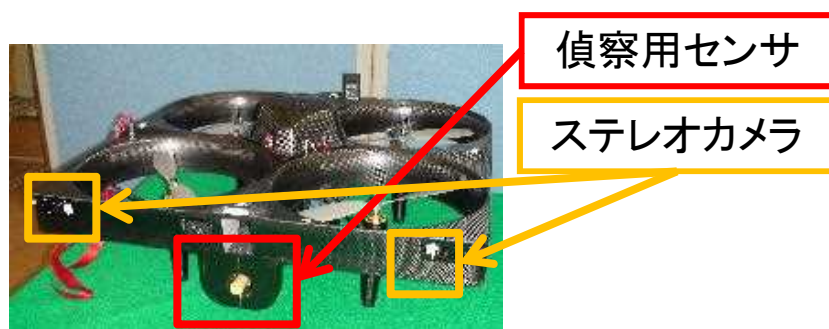


階段の飛行・階段からの離脱状況



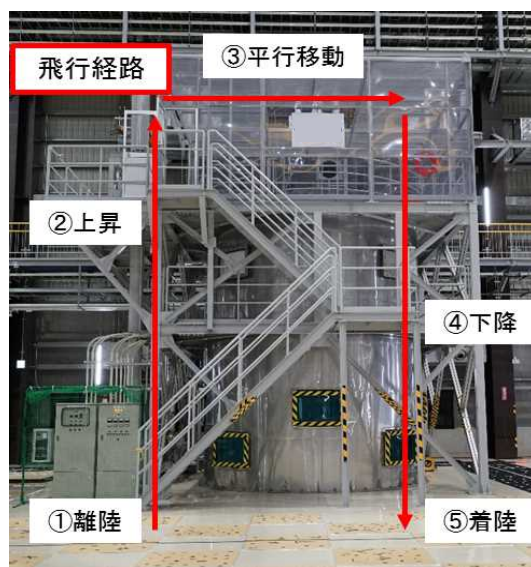
目視外遠隔操縦により、窓枠を想定した枠の通過の他、扉や階段等の狭隘空間の飛行が可能であることを確認した。

研究成果の一例（環境計測と三次元環境地図作成）

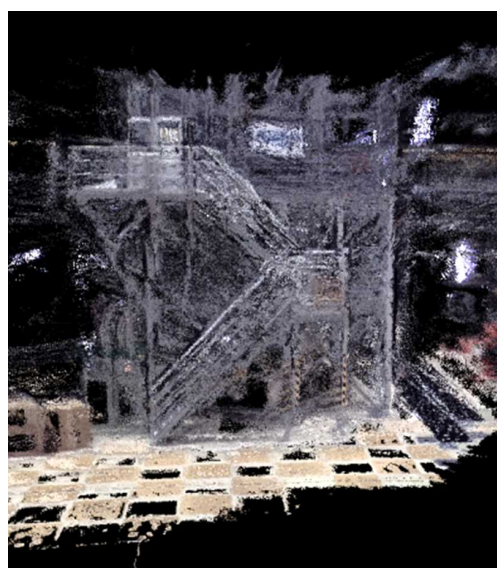


小型UAVには偵察用センサを搭載し、温度、ガス、放射線量等の環境データを取得可能である。

ステレオカメラにより飛行空間の3次元環境地図を取得し、飛行空間の全体像や概算寸法が把握可能であるほか、環境データをプロットして表示・確認することが可能である。



試験用水槽の外観



試験用水槽の三次元環境地図

センサー情報

時刻：2017/03/15 13:34:12.853702

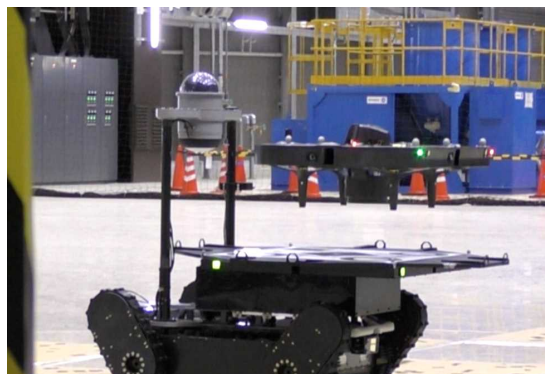
温度：7.2



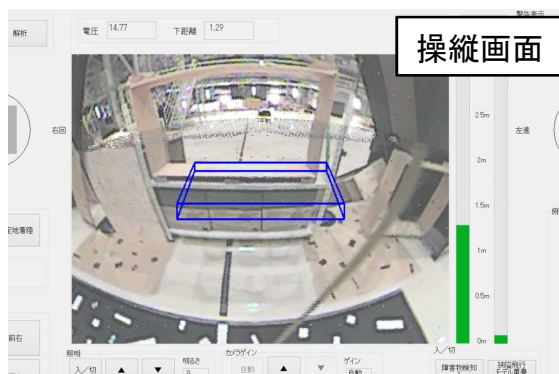
環境計測結果の三次元環境地図へのプロット・データ確認（緑点が計測実施点）

三次元環境地図作成機能により、小型UAVのカメラ画角に収まらない**大型水槽**（高さ約8m）の全体像、概算寸法を把握し、**環境情報をプロット・表示可能**であることを確認した。

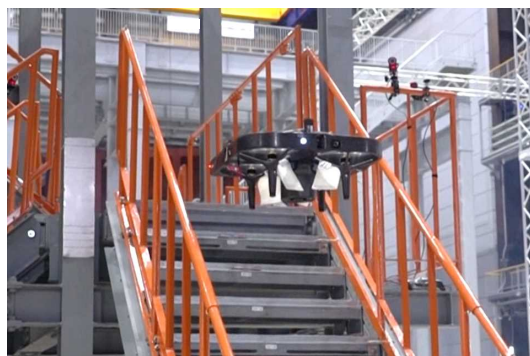
研究成果の一例(実任務を想定した総合試験)



小型UGVからの離陸

サラウンドビューを見ながらの
目視外遠隔操縦(青枠: 自機)

狭隘空間の通過



階段の飛行



カメラ切替え、階段の状況確認



高所偵察

小型UAVの操縦に習熟していない操縦者でも、小型UGVからの離陸、狭隘空間を通過し建物の奥に進入、階段の飛行と状況確認、高所の偵察、小型UGVへの帰還と、**短期間の訓練により、シナリオに沿った飛行が実施できた。**