

ドローンを活用した各種建物調査技術の開発と 社会実装への取組

材料研究グループ 主任研究員 宮内 博之

I はじめに

国はドローンの都市部・目視外飛行（レベル4）の実現化に向けて、法改正と環境整備を行っている。一方、建築分野においては建物点検・調査に関わるドローンの活用が進められている。ドローンの利用を大きく分けると屋外と屋内に分類され、本研究では屋外利用として①法12条点検に関わる赤外線装置搭載ドローンの開発と②可視カメラ搭載ドローンによる簡易点検、そして屋内利用として建築狭小空間におけるドローンの利用の現状調査について報告する。

II NEDO 事業「赤外線装置搭載ドローンの開発」¹⁾

法12条に関わる外壁タイルの全面打診による負担軽減

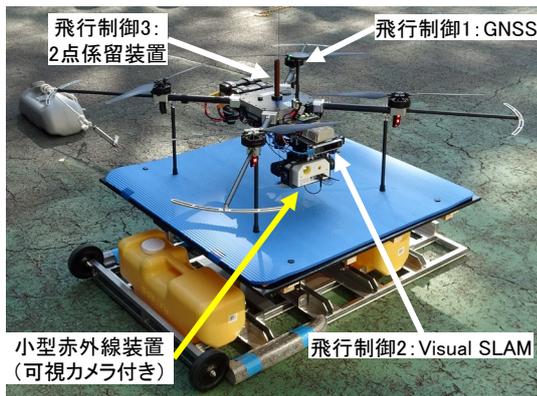


図1 赤外線装置を搭載した近接調査用ドローンシステム

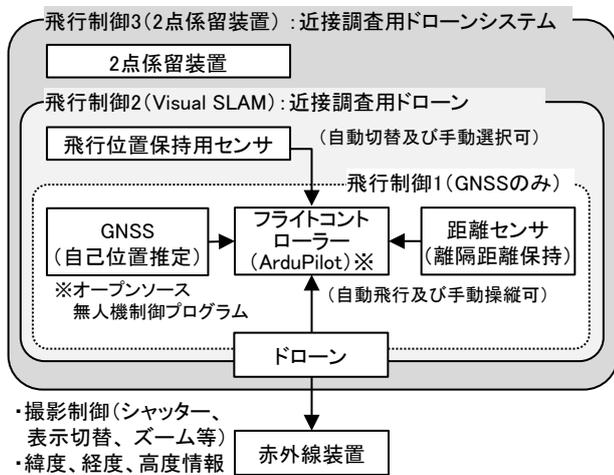


図2 近接調査用ドローンシステムの概念図

を図るため、2020年度にNEDO事業「ドローン等を活用した建築物の外壁の定期調査に係る技術開発」として、日本建築防災協会、日本建築ドローン協会、神戸大学、日本アビオニクス(株)、(株)コンステックはドローン飛行時の風などの影響下でも高い性能を維持する「小型赤外線装置」と、これを搭載して安全な外壁調査を可能にする「近接調査用ドローンシステム」を開発した。なお、著者は本事業内に設置された技術検討委員会委員及び共同研究機関として参画した。

ドローンを用いた外壁調査では、近接調査となるためドローンの自己位置推定に用いるGNSSの捕捉が困難となり壁面への衝突等の衝突リスクが伴う。これより図1に示す小型赤外線装置を搭載しGNSS捕捉が不安定な環境下でも安全に安

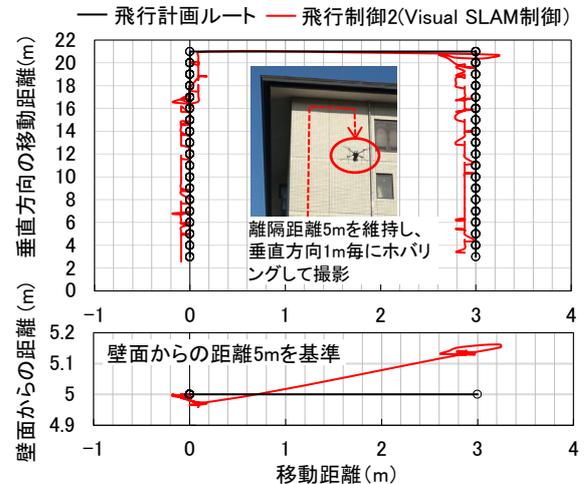


図3 飛行計画ルートに対するVisual SLAMの飛行精度

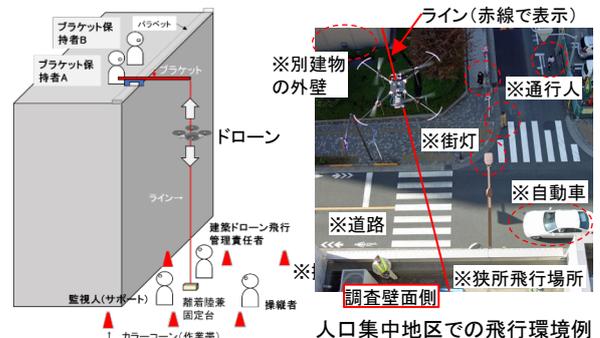


図4 都市部での外壁点検における2点係留装置を具備したドローン飛行状況(飛行制御3)

表1 劣化調査方法の概要

種別	調査員調査	ドローン調査	ハイブリッド調査
調査方法	【調査方法】 調査員による目視・打診 ・劣化把握・写真:1名 ・劣化記入:1名 【記録】 手書き、写真 【解析方法】 調査員による調査解析	【調査方法】 ドローンによる調査 ・パイロット:1名 ・補助者:1名 【記録】 写真 【解析方法】 写真による調査解析、1200万画素、離隔距離5m、ラップ率50%	【調査方法】 ハイブリッド調査(調査員+ドローン) ・パイロット:1名 ・劣化把握:1名 ・劣化記入:1名 【記録】 映像及び写真 【解析方法】 リアルタイム映像、写真による調査解析

表2 各調査方法の調査可能範囲

部位	調査員			ドローン	
	調査面積	調査員		調査面積	
外壁・巾木	134.2m ²	87.4m ²	65%	134.2m ²	100%
バルコニー手摺壁外壁側	50.6m ²	50.6m ²	100%	50.6m ²	100%
バルコニー手摺壁内壁側	32.5m ²	6.5m ²	20%	8.0m ²	25%
バルコニー手摺壁天端	4.8m ²	0.96m ²	20%	4.8m ²	100%
バルコニー床面	53.4m ²	10.7m ²	20%	42.7m ²	80%
バルコニー上裏(1階除く)	49.7m ²	49.7m ²	100%	49.7m ²	100%
大庇(上裏・見付)	24.5m ²	24.5m ²	100%	24.5m ²	100%
小庇(上裏・見付)	8.8m ²	8.8m ²	100%	8.8m ²	100%
小庇(天端)	5.6m ²	0m ²	0%	5.6m ²	100%
妻側外壁・巾木	81.2m ²	81.2m ²	100%	81.2m ²	100%
妻側上裏・見付	5.7m ²	5.7m ²	100%	5.7m ²	100%
屋根	534.6m ²	534.6m ²	100%	534.6m ²	100%

定して飛行が可能な近接調査用ドローンを開発した。また、図2に示す安全飛行を可能とする2点係留装置(屋上と地上の2点をラインで結び、その間においてドローンを係留し上下飛行させる安全装置)を併用することで、安全・安心な近接調査用ドローンシステムも具備した。

開発したドローンを用いて、5階建てRC造建物壁面に対してVisual SLAMによる精度検証の実験を行った。壁面に対して離隔距離5mに位置する面上の水平・垂直移動と壁面に対する前後の移動距離の軌跡を図3に示す。この結果、Visual SLAMにおける自動飛行精度について、水平・垂直・奥行方向に対して飛行計画の±20cm以内の位置精度で飛行を行うことができた。次に、人口集中地区でのドローン利用を想定して、2点係留装置を用いた例を図4に示す。壁面調査の実験結果、2点係留装置の利用により、物理的な安全を確保して飛行させることが可能であることを示した。

II 可視カメラ搭載ドローンによる建物簡易点検の検証

本研究ではドローンの優位性である簡易的に利用できる利点に着目し、可視カメラによる建物点検への活用における優位性の検討を行った。実験では、5階建てRC造の大規模改修前の集合住宅を対象物件として選定した。劣化調査は表1に示す3つの調査方法により、屋上及び外壁の劣化調査を実施した。その調査結果を表2に示す。ドローン調査は、調査員調査と比較して大きな優位性が確認された。特に、調査員調

表3 期待されるマイクロドローンの活用方法(複数回答)

順位	回答内容	順位	回答内容
第1位	屋根裏点検(33件)	第6位	インフラ点検(11件)
第2位	床下点検(24件)	第6位	プロモーションビデオ(11件)
第3位	EV設備点検(14件)	第8位	ボックスカルパート(10件)
第4位	屋内巡回(12件)	第9位	高齢者等見守り(6件)
第4位	建設工事管理(12件)	第10位	災害時避難誘導(5件)

表4 マイクロドローンの活用における課題(複数回答)

順位	回答内容	回答に対する対策(例)
第1位	通信技術(6件)	狭所空間内の電波障害対策
第2位	操縦訓練(4件)	狭所暗所空間における操縦教育
第3位	自動飛行(3件)	非GPS環境下での自動制御技術開発
第3位	回収不能(3件)	契約・火災・技術的対策
第3位	知識・安全等(3件)	マイクロドローンに対応した指針が必要
第6位	FPV機能(2件)	操縦・撮影技術の向上と教育訓練
第6位	機体改良(2件)	狭所空間に応じたマイクロドローンの開発

査ではほぼ調査不可能なバルコニーの手摺壁天端や床面、小庇天端を調査できることが確認できた。

III 建築狭所空間におけるドローンの利用の現状調査

屋内空間、特に狭所暗所空間において、200g未満のマイクロドローンとの点検・調査等の活用が検討され、新たな市場として期待されている。しかし、マイクロドローンは屋外で利用するドローンと異なり、使用環境の整備がされていない。これより本研究では、屋内狭所空間を対象としたマイクロドローンの活用と課題について、アンケート調査(40件)を行った²⁾。表3に期待されるマイクロドローンの活用方法を示す。狭所暗所空間として代表される屋根・床下・EV設備点検への活用の期待が高い。表4にマイクロドローンの活用における課題を示す。通信技術は非常に重要な要素との回答が多く、また狭所空間における高度な操縦技能の訓練、自動飛行による補助機能、マイクロドローンの基礎的な知識など、各種ガイドラインや人材教育が必要であると考えられた。

IV まとめ

ドローンの活用は実証実験から実装段階に入っている。本研究の3つの事例から、ドローン活用は見えない場所での調査、省力化点検などの観点から優位性が高い。一方、ドローンに関わる安全技術の利用や安全管理を徹底することで現場利用が可能な水準にあるが、運用する側の統一的なガイドラインや教育が必要不可欠と考えられた。

参考文献および謝辞

- 1) 北岡弘、他、ドローン等を活用した建築物の外壁の定期調査に係る技術開発 その2 近接調査用ドローンシステムの開発、日本建築学会大会学術講演梗概集、p.1073-1074、2021.9
※本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。
- 2) 本アンケートでは日本建築ドローン協会会員及び同建築狭所空間ドローン利活用WG委員の協力を頂きました。謝意を表します。