

# 建築物の点検調査および災害調査における ドローン技術の開発と社会実装に向けた取組み

材料研究グループ 主任研究員 宮内 博之

## I はじめに

建築分野においてドローンの活用が徐々に増えている。建築研究所では 2016 年度からドローン技術プラットフォームの構築とドローンを活用した建築物の点検調査技術について研究を行っている。本報では、建築分野における点検調査及び災害調査におけるドローンの技術開発の紹介と産官学領の技術動向について紹介する。

## II 建築研究所で実施しているドローン関連技術研究

点検調査分野においては、端島（軍艦島）においてドローンによる島全体および個別建物の調査を行い、ドローンの飛行安定性と撮影精度について確認を行った（図 1A）。築 40 年以上経過した集合アパートを対象として、ドローンによる近接撮影の実証実験を行った（図 1B）。撮影した画像を 3D 点群画像および 2D オルソ画像に変換し、撮影精度の確認と点検調査結果の取りまとめの方法について検討した。ドローンによる調査に対するコスト低減効果、調査分析時間を比較し、ドローンを活用する上では現場内で完結させることがコスト及び時間ともに優位性があることを示した（図 1C）。高高度もしくは外壁から安全な距離から点検調査可能かの検討を行うため、高解像度 1 億画素カメラを搭載したドローンを用いて、ひび割れ幅の視認性の実験を行った（図 1D）。Visual SLAM 技術を用いて非 GPS 環境下で自律飛行するドローンと自動点検調査システムの開発および実証実験による精度検証を行った（図 1E）。国土交通省建築基準整備促進事業 T3 にて、赤外線カメラを搭載したドローンを用いてタイル張り試験体を用いた欠陥部検出の評価を行うとともに、赤外線カメラとドローンの実施要領（案）を提示した（図 1F）。図 1G のようなローブウェイ方式を提案し、ドローンをライン上で飛行するため安定飛行が可能となり、点検精度も向上することが分かった。次に、目的に応じてドローンに搭載する機器に変更・改良可能なオープンソース型のコントローラーを持つドローンの開発を進めている（図 1H）。狭所暗所空間にて、夜間でも

飛行が可能なマイクロドローンを用いて実証実験を行い、精度検証と課題点の抽出を行っている（図 1I）。

災害分野に関しては、VR ゴーグルを装着して、ドローンで撮影された画像情報内のひび割れを抽出して判定できるかの検証をした（図 1J）。また、地震速報等がトリガーとなり、ドローンが自動で飛行する技術を開発し、災害発生時に自律的に情報収集するドローン自動巡回システムを開発している（図 1K）。3D レーザースキャナーによる解体建築物の躯体量等から復旧・復興に利用可能な資材量の推定に関する検討を行い、その有効性について示した（図 1L）。

ドローンと他の先進技術を融合した研究開発を実施している。建物の壁面調査を対象とし、壁面前に HoloLens を通して仮想の 3D メッシュホログラムによるドローンの飛行ルートを表示し、外壁点検時のドローンの飛行精度を GPS 位置情報により視覚的かつ定量的に把握可能な MR 技術開発を行っている（図 1M）。機械学習プログラムによるスマートフォン AI アプリを開発し、AI の画像認識により ArduPilot 搭載ドローンを制御する AI×ドローンの融合技術の提案を行っている（図 1N）。

## III 産学領域のドローン関連活動の成果

日本建築学会において 2019 年度に建築ドローンシンポジウムを開催し、平常時から災害時までのドローン活用最前線をキーワードとし、建築分野における国の動向や点検・災害調査技術、そして中国・韓国におけるドローンの活用事例等、建築分野のドローンの最新情報を提供した。

産業界においてはドローンの安全運用と教育活動を進め、（一社）日本建築ドローン協会（略称：JADA）の研究委員会等に参画し、「建築物へのドローン活用のための安全マニュアル」を作成し、本マニュアルを活用して安全教育講習会を実施している。さらに「建築ドローン標準業務仕様書（案）【点検・調査編】」を制定し、建築物に関わるドローンを利用した点検調査業務の発注に用いることを念頭に、発注者がドロー

**A. 俯瞰的撮影の検証**  
 ▶ 飛行安定性と撮影精度



端島全景撮影時の飛行安定性と撮影精度の検証

**B. 近接撮影(外壁点検)の検証**  
 ▶ 飛行安定性と撮影精度



ドローンによる2D/3D画像データの精度検証

**C. 建研:ドローンによる中高層建築物の維持管理技術**  
 ▶ コストと調査・分析時間比較



項目	現場作業 (万円)	分析作業 (時間)
高所ドローン作業 撮影	35	12
高所ドローン作業 撮影	25	15

**D. 建研:高解像度カメラ搭載ドローンによる建物点検調査**  
 ▶ 1億画素カメラを搭載したドローンによる点検調査



ドローンで撮影・処理した3D点群画像(建築研究所ばくろ試験場)

**E. 国交省住宅・建築物技術高度化事業**  
 ▶ 自動点検調査システムの開発



ドローンの自動飛行の設定



色情報による距離推定結果

**F. 国交省基準整備促進事業T3**  
 ▶ 非接触方式による外壁調査の診断手法及び調査基準に関する検討



赤外線カメラによるタイル張り試験体の欠陥部の抽出例

**G. 建研共同研究:ドローン飛行の安全運用技術開発**  
 ▶ ロープウェイ方式によるドローン飛行の安全管理方法



ロープウェイ方式による飛行

**H. 建研: ArduPilotによるドローン技術の構築**  
 ▶ 自律制御によるローバー型、VTOL型ドローンの開発



①ローバー  
②回転翼  
③VTOL機

**I. 建研:ドローンによる建物の狭所暗所空間での点検調査**  
 ▶ 屋内でのドローン活用



マイクロドローン

マイクロドローンで撮影した天井裏の状況

**J. 建研:被災建物へのドローンによる調査方法の検討**  
 ▶ 建物の傾き測定、VRの活用



ドローン  
ドローン操縦者  
VRゴーグル調査者

VRゴーグルを使用した構造躯体のひび割れ状況の確認

**K. 内閣府SIP第2期:ドローンを活用した建物被害状況収集システム**  
 ▶ 被害地域の巡回システム開発及び建物の被害状況把握



災害対策本部  
撮影状況  
飛行ルート

災害を想定したドローン飛行実験

**L. 内閣府PRISM:災害廃棄物等を用いたリサイクルコンクリートの実用化**  
 ▶ 3Dレーザースキャナーの活用



ドローン  
コンクリートからの体積計算

**M. 建研:MRを活用したドローン飛行管理システムの開発**  
 ▶ 仮想的3Dメッシュプログラムを用いた点検調査効率化技術



HoloLensによりルート設定と可視化

**N. 建研: AI×ドローンのハイブリッド型自動制御システム**  
 ▶ スマートフォンによるAI画像認識によりドローンを制御



スマホ(AIアプリ)搭載ドローン(4輪駆動車)

人接近時にAI認識・制御によりドローンを停止

AI認識状況

図1 建築研究所で実施している主なドローン関連技術研究

ンを使用する受注者に対して指示する事項を定めた。

#### IV まとめと今後の展望

ドローンは既存技術あるいは新しい技術を繋げるイノベーションを起こすコネクテッド・インダストリーズ (CI) の一

つである。本研究ではこのCIを取り入れ、ドローン技術の活用の可能性を可視・赤外線カメラだけでなく、撮影した画像を利用したAI、VR、AR、MR、ドローン形態・制御など様々な技術と融合開発し、実証実験により明らかにした。