

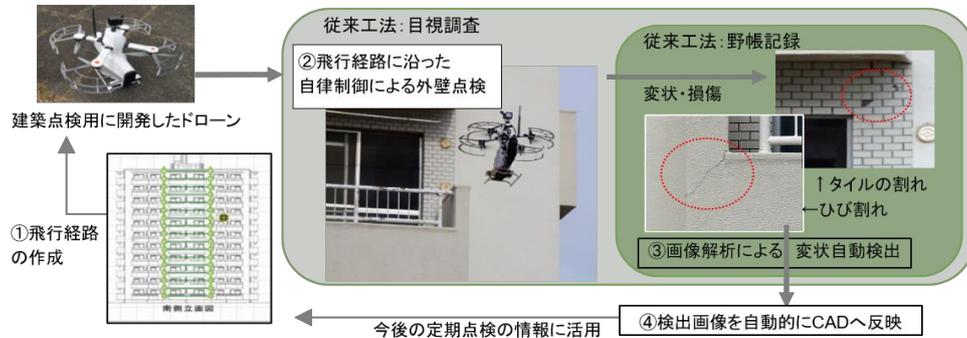
技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等におけるストック活用、長寿命化 対策に資する技術開発	課題名 ドローンを活用した建築物の自動点検調査システム の開発				
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>本技術開発では、建築用完全自律制御型小型ドローンと、画像解析システムによる変状検出技術を開発するとともに、それらを用いた建築物の一連の点検調査工程（ドローン飛行→カメラ撮影→劣化情報取得→建物の図面化）を自動化するシステムを確立した。</p> <p>具体的には、建築物壁面の鮮明な画像を取得するために、空間認識用のステレオカメラを用いて撮影された映像からドローンを自律制御する Visual SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 技術を活用し、建築図面にに基づき、GPS に頼らずに建築物壁面に沿って離隔距離を一定に保ちながら飛行させるドローンの自律飛行技術の開発を実施。その取得した画像から変状を抽出し、図面化する画像解析技術の開発と、実用化に際して必要となるこれら2つの技術を統合（システム化）した。また、ドローンによる建物点検調査の社会実装のため、2017年9月に（一社）日本建築ドローン協会を設立し、ドローンの安全運用等の教育等の事業を展開した。</p> <p>(2) 実施期間 平成29年度～平成30年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <table data-bbox="287 1041 1109 1120"><tr><td>技術開発に係った経費（実施期間の合計額）</td><td>22,272千円</td></tr><tr><td>補助金の額（実施期間の合計額）</td><td>11,136千円</td></tr></table> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <p>応募時構成員</p> <ul data-bbox="287 1198 1414 1310" style="list-style-type: none">・石田 敦則 三信建材工業（株） 代表取締役・野波 健蔵 （株）自律制御システム研究所 代表取締役 最高経営責任者・宮内 博之 国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 主任研究員 <p>現在構成員</p> <ul data-bbox="287 1355 1414 1467" style="list-style-type: none">・石田 敦則 三信建材工業（株） 代表取締役・鷺谷 聡之 （株）自律制御システム研究所 代表取締役・宮内 博之 国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 主任研究員 <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>取得した特許</p> <ol data-bbox="287 1579 542 1624" style="list-style-type: none">1. 特許取得実績なし <p>発表した論文</p> <ol data-bbox="287 1702 1414 1892" style="list-style-type: none">1. 平成30年9月5日 日本建築学会大会（三信建材工業株式会社 開発室 石田晃啓） タイトル：Visual SLAM による自律型 UAV を活用した自動飛行建物点検技術の検証2. 平成31年9月3日 日本建築学会大会（三信建材工業株式会社 開発室 石田晃啓） タイトル：Visual SLAM 制御 UAV を活用した建築物の自動点検調査システムの開発		技術開発に係った経費（実施期間の合計額）	22,272千円	補助金の額（実施期間の合計額）	11,136千円
技術開発に係った経費（実施期間の合計額）	22,272千円				
補助金の額（実施期間の合計額）	11,136千円				

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

成果の1つである「建築用完全自律制御型ドローン」は、国内で初めて建築図面を基に飛行経路を設定し、障害物を検知しながら安全に自律飛行する機能を有したドローンである。ドローンで撮影した画像から変状を抽出する解析技術は既に存在するが、その結果とドローンの飛行計画を重ね、再点検時に前回撮影軌跡に沿った撮影を可能としたシステムは他になく、安全性と建物管理の利便性を兼ね備えた、先導性のある成果である。



(2) 技術開発の効率性

共同研究者の野波は、2001年に国内初のドローンの自律制御技術を開発し、2015年にはGPSを用いない自律制御技術の開発に成功。研究代表者の石田とインフラ点検現場において活用し、数多くの実績を有する。共同研究者である宮内は、建築分野でドローンの活用基盤を学協会の専門家と連携、研究を実施していたことから、実証実験に必要な実構造物の提供を受けることができ、効率的な研究を実施することができた。

(3) 実用化・市場化の状況

- ・現在までの実用化・市場化の状況（調査点検業務の受注）： 達成度 40%
- ・応募時の実用化・市場化の見通し： 達成度 40%
- ・ドローンの点検調査の普及のための組織の設立と社会実装 達成度 100%

建築現場でドローンを活用すること自体に先導性があり、安全対策や実施計画の具体等を整備する必要があったため、2017年9月に有識者及び建築とドローン関連団体の協力により宮内が副会長、石田が理事として、(一社)日本建築ドローン協会を設立し、安全教育講習会等を通して本事業で開発した機体を含めてドローンによる点検事業の実用化を進めている。同時に、現場への試行的導入を進め、採用件数は4件である。

(一社)日本建築ドローン協会は、設立後3年時点で法人会員58社、個人会員99名となり、ドローンの建物点検調査に関わる「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、それを教材とした安全教育講習会を定期開催し、ドローンを活用できる環境整備を行っている。試行的導入案件については、問合せ物件のほとんどが高層ビル、病院等の道路に面している物件であったため、安全確保の観点から適用現場の絞り込みを行った。

<事業終了後の市場化目標値>

- 1年度目： システムの完成。試行的導入目標：10件
- 2年度目： NETISへの登録申請。機体販売目標20件、調査業務受注目標12件
- 3年度目： 機体販売目標30件、調査業務受注目標30件

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

- ・全体の完成度、目標達成度 応募時の目標に対して 達成度 95%
- ・技術開発項目毎の完成度、目標達成度
 - 1) 建築用完全自律制御型ドローンの開発 達成度 100%
 - 2) ドローン搭載カメラと不具合検出方法に関する技術開発 達成度 100%
 - 3) ドローンの自動点検システムのパッケージ化技術開発 達成度 85%

1) 終了時課題：ドローンの空力最適化、カメラセンサーの小型化

独自の開発にて機体設計の見直しを図り、更なる空力最適化機体の開発に成功した。

3) 終了時課題：建築図面上でのドローン飛行軌跡確認

使用しているプログラムを根底から改修する必要があることが判明し、課題解消には至っていない。しかし、飛行軌跡の数値は保存されているため、その数値を次回飛行時に利用することにより、前回同一経路での再確認飛行を可能とした。



本事業開発機



事業終了後開発機

本事業開発機	567×567×490mm
事業終了後開発機	704×704×300mm

機体直径が若干拡大したものの、ボディ構造を見直し、外乱の影響を受けにくい仕様となった。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

本技術開発で開発したシステムでは、ドローン事業者ではなく建築関連事業者が取り扱うことを前提と捉え、以下の機能を搭載できたことが差別化であり、成功点と言える。

- 1) 建築図面上でドローンの飛行経路設定、管理を行う機能
- 2) ドローンの飛行経路上に障害物（人間等）を検知すると、安全な距離で停止する機能

・残された課題

技術開発を実施した結果、以下の点が課題として残されている。

- 1) 建築物外壁の点検調査を行う上で、上裏部分の画像解析精度が低下する。
- 2) 画像解析における変状抽出手順に時間を要する。

- 1) 上裏部分はドローンが満足に接近できずに、遠距離からの撮影になるほか、垂直面と比較して暗くなることから、精度の良い画像を取得することができないため。
- 2) 画像から変状抽出を行うソフトウェアと、合成及びCAD出力ソフトウェアが独立しており、シームレスな連携が取れないため。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

技術開発当初目標は概ね達成しているが、実用化には、建物管理者及び利用者に十分理解される必要がある。そのため、社会実装については JADA 等の活動及びドローン団体やドローンメーカーとの連携を通して開発技術の検証を実施し、有識者とさらにフィールド検証を行い、同時に担い手確保のための人材教育を行う。