



Epistula

えびすたら



国立研究開発法人建築研究所
Building Research Institute
Vol.82 発行：2020.1

特集

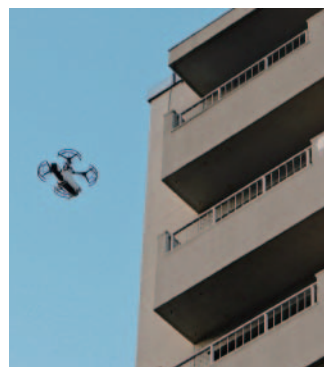
建築分野におけるドローン技術プラットフォームの構築

はじめに

総務省から報告された平成30年住宅・土地統計調査の結果^{注1}によると、総住宅数は6,242万戸と3%増加し、昭和38年からの統計調査から55年間増加し続けています。また、15階建以上の共同住宅の住宅数については、平成15年の31万戸から平成30年の93万戸まで増加し、高層建物の増加が顕著となっています。これら高層建物では定期的な点検調査において、建物高層部の外壁の変状・損傷状態を確認することが難しく、また仮設足場の設置が必要になり建築物の所有者にとって費用負担が大きいことから、合理的な点検手法の検討が必要となっています。一つの解決方法の手段としてドローン技術が期待されています。また、日本建築学会大会梗概集に投稿されたドローン関連の論文を調査したところ、ドローンに係る研究発表は年々増加しており、特に点検調査領域において活発化しています（表1）。これら社会的背景もあり、建築研究所では平成28年度から、ドローンを活用した建築物の点検調査技術とドローン技術プラットフォームの構築について研究を行っています（写真1）。ここでは、建築分野における産官学領域のドローンの活用や研究事例について紹介します。

年度	建築分野におけるドローンの活用							合計
	点検	災害	都市	工事	環境	輸送	文化	
H24	0	0	0	0	0	0	1	1
H27	0	0	3	0	0	0	0	3
H28	3	0	0	1	0	0	0	4
H29	6	3	1	1	3	1	0	15
H30	11	3	0	1	0	1	0	16
合計	20	6	4	3	3	2	1	39

■表1(上)
日本建築学会大会梗概集におけるドローンに関する研究発表数

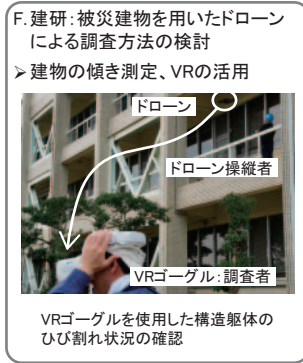
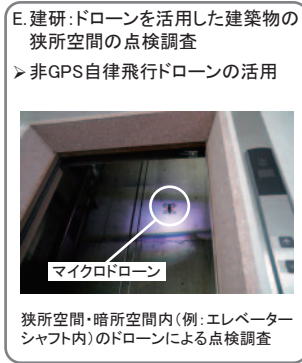
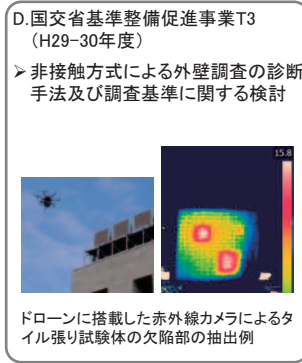
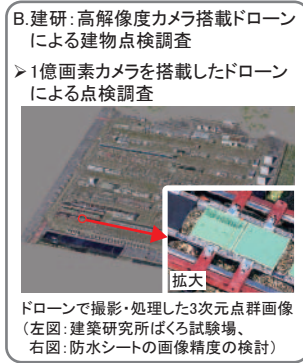
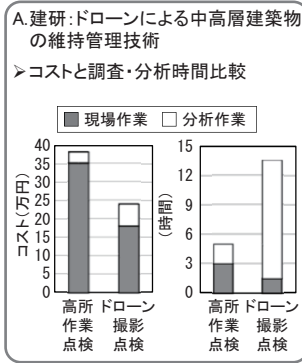


■写真1(下)
ドローンによる外壁点検の事例

建築研究所および国の事業に係わるドローン技術研究

建築研究所ではドローンを活用した建物の点検調査と災害調査に関する研究を実施しており、その概要を図1に示します。

建物の点検調査研究については、建築研究所の建物を利用して、ドローンによる調査に対するコスト低減効果、調査分析時間等の比較を行っています。その結果、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一方で、ドローンで取得した画像処理に多くの時間を要し、自動化処理等の技術が必要と考えられました（図1A）。点検調査精度と効率化を図るために、高解像度1億画素カメラを搭載したドローンを用いて、ひび割れ幅の確認とともに取得した画像を保存・記録し、今後の補修改修時のデータとして活用する可能性を示しました（図1B）。ドローンによる建物点検調査には、ヒューマンエラーや建物に近接することによりGPS捕捉が難しいといった課題があります。そこで、Visual SLAM（カメラで撮影された映像から環境の3次元情報とカメラの位置姿勢を同時に推定する技術）による非GPS環境下で自律飛行するドローンの開発、自動点検調査システムの開発、そして実証実験による精度検証を行っています（図1C）。また、国土交通省建築基準整備促進事業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」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いました（図1D）。一方で室内（天井裏、床下等）において人が確認することが困難な狭所空間でも、ドローンの活用性は高まっています。そこで、エレベーターシャフト及び階段周り暗所空間にて、夜間でも自律飛行が可能な放射型赤外線レーザーシステムを搭載したマイクロドローンを用いて実証実験を行いました。これら技術は、建物点検だけでなく、人の見守り等のさまざまな用途に適用可能と考えられ、人と共生するドローンが今後増えていくと考えられます（図1E）。



■ 図1 建築研究所および国の事業に係わるドローン技術研究 (H28~30年度)

災害分野へのドローン活用についても検討をしています。以下に、建築研究所、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)、および内閣府官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM) に関わる被災建物におけるドローンの活用例を紹介します。平成28年に熊本県で発生した地震により被災した地上3階建ての建物に対して、ドローンを用いて被災度を判定する調査を実施しました。調査は、ドローンを操縦して建物のひび割れ近くを撮影する操縦者と、VRゴーグルを装着して撮影した画像を確認する調査者の二人一組で行い、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行いました。その結果、被災度区分判定等が行える調査者が遠隔地から転送されるリアルタイム動画画像を確認できれば、被災建物の損傷度を推定することも可能であることが分かりました (図1F)。

またドローンを活用して市街地から建築物に至る被災状況を把握するための研究を行っています。具体的には、操縦機を使用せずPCで制御可能で完全自律飛行が可能なドローンを開発し、災害発生時に自動的に情報収集するドローンを自治体建物の屋上に配置する社会実装型の技術提案をしています。例えば、地震速報等がトリガーとなり、離陸命令に基づいてドローンが自動で離陸します。次に指定した高度から建物を含めた地上の状況を空撮します。また、自動飛行中に災害対策本部における被災状況の判断に応じて、管理部の指令でマニュアル操縦モードに切り替えることが可能なシステムを開発しました (図1G)。

さらに、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技術の開発の一環として、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ました。RC造柱を解体後、コンクリートがらの体積をドローン飛行により測定し、早期に解体建築物の躯体量等の推定を行うことが可能であることを示しました (図1H)。



H29年度 (第1回)

H30年度 (第2回)

■ 写真2 建築ドローンシンポジウムの状況

■ 表2 日本建築学会 令和元年度 第3回建築ドローンシンポジウム発表題目

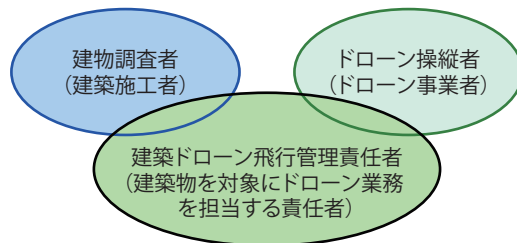
異分野	・インフラ点検におけるロボット導入に向けた取組 ・災害ドローン救援隊DRONE BIRDが目指す未来
安全	・建築物を対象としたドローンの安全運用
屋外調査	・新築現場の施工管理におけるドローンの活用可能性について ・ドローンを活用した非接触方式による外壁調査-国土省建築基準整備促進事業T3の報告 ・建築物の維持保全のためのドローン利用のアクセシビリティ ・ドローンによる建築壁面の調査 ・ドローン搭載デュアルカメラによる外壁調査 ・Visual SLAM型自動飛行ドローンによる点検への取組
屋内調査	・狭所空間における非GPSドローンの活用
騒音	・住戸内におけるドローン騒音等の比較報告
災害	・自然災害におけるドローンの利活用 ・ドローンを用いたRC造庁舎の被災調査 ・新宿副都心のエリア防災に活用するドローン技術・システム ・災害廃棄物量算定のためのドローン等活用予備実験の報告 ・ドローンを活用した建物被害状況の観測システム
保険	・各種事故事例に学ぶドローン安全運用のためのリスクヘッジ
海外事例	・中国におけるドローンの活用事例 ・韓国におけるドローンの活用事例

日本建築学会におけるドローン関連研究活動

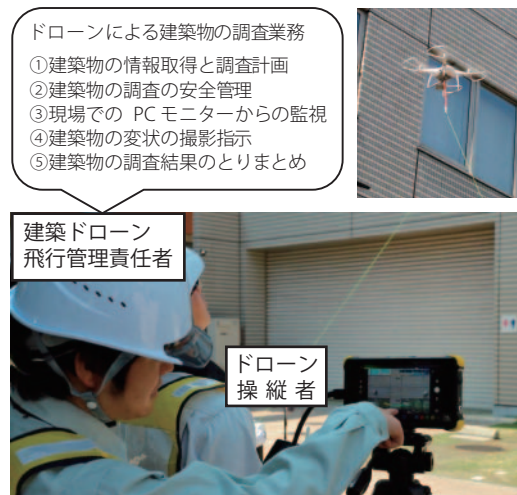
平成28年度に日本建築学会において、建築研究所の研究員が材料施工本委員会/耐久・保全運営委員会の傘下に「UAVを活用した建築保全技術開発WG」を設置し、建築分野におけるドローンの活用方法並びに建物の点検調査等に係る実証実験とデータの収集・分析方法の検討等を行いました。現在は後継の委員会として「ドローン技術活用小委員会」にて研究活動を継続しています。さらに平成30年

度に災害委員会の傘下に設置された「災害調査におけるUAV利活用の可能性検討WG」と連携して横断的な研究活動も行っています。

ドローン技術活用小委員会では、平成29年度から毎年、建築ドローンシンポジウムを開催しています（写真2）。令和元年度は“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、表2に示す発表プログラムで行いました^{注2}。本シンポジウムでは、異分野・産官学・海外連携の3軸を中心とした広範囲なドローンの活用事例を情報提供することを目標としています。第3回シンポジウムでは、基調講演として外部の専門家による点検調査や災害分野におけるドローンの活用事例、土木分野でのインフラ点検の最新の取り組み、災害ドローン救援隊の取り組みについて紹介して頂きました。さらに建築研究所の研究者も含めて小委員会委員から、建築分野における国の動向、アジア（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ました。最後にはパネルディスカッションにて、建物点検及び災害分野におけるドローンの活用と課題について議論しました。



■図2 (一社)日本建築ドローン協会 建築ドローン飛行管理責任者の役割の例



■写真3 建物調査における 建築ドローン飛行管理責任者の役割

産業界におけるドローンの安全運用と普及活動

建築研究所は、建築分野におけるドローン技術の社会実装に向けた取り組みも重要視しており、(一社)日本建築ドローン協会(略称：JADA)内の研究委員会等にも参画しています。JADAではドローンを安全に活用するための人材育成・技術支援・標準化を目指し、ドローンの安全運用に関わる活動を行っています。例えば、「建築物へのドローン活用のための安全マニュアル」^{注3}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ます。この中で、図2に示す建築物の点検調査及び工事において、ドローンに関連する職務の遂行に責任を負う者を「建築ドローン飛行管理責任者」と定義し、建築を専門とする調査者とドローンを操縦する者のコーディネーターの役割を担うシステムを提案し、建築ドローン飛行管理責任者の責務と権限、職務を明確化しました。なお、建築ドローン飛行管理責任者は、現場にてドローン事業者に対して、安全面から、ドローンで撮影するデータ取得に至るまで適切に指示する役割なども担当するとしています（写真3）。

また、最近では安全マニュアルから一歩踏み込んだ業務の内容まで含めたマニュアルを求める声も聞こえており、JADAは、令和元年9月に「建築ドローン標準業務仕様書(案)【点検・調査編】」^{注4}を制定しました（表3）。本仕様書(案)は、実際にドローンを建物の点検調査に利用する際の標準的な方法を定めたものであり、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、発注者がドローンを使用する受注者に対して指示する事項を定めております。

■表3 (一社)日本建築ドローン協会 建築ドローン標準業務仕様書(案)【点検・調査編】^{注4}

第1章 総則
1.1 目的
1.2 適用範囲
1.3 用語
1.4 関係法規等の遵守
1.5 ドローン点検・調査の実施組織
1.6 ドローン点検・調査における安全対策
第2章 ドローンを利用した建築物の点検・調査
2.1 総則
2.2 ドローンを利用した建築物の基本調査(ドローンを用いた外観調査)
2.3 ドローンを利用した建築物の詳細調査(ドローンを用いた詳細調査)
2.4 ドローンを利用した建築物の現状確認(ドローンを用いた現状確認)
2.5 点検・調査機器(撮影機器とドローンの機種)の選定
2.6 事前調査
2.7 ドローンを利用した建築物の点検・調査実施計画書
2.8 ドローンを利用した建築物の点検・調査の実施
2.9 ドローンを利用した建築物の点検・調査結果の報告
2.10 記録と保管
2.11 個人情報(プライバシー権)の保護
第3章 ドローン等機器類
3.1 ドローンの機能の条件
3.2 ドローンを利用した建築物の点検・調査に使用する各種測定装置に対する条件
3.3 機器類の管理
3.4 データの管理

おわりに

ドローンは、様々な分野の人・技術・モノを融合させるコネクテッド・インダストリーズに基づいたイノベーションを起こす新しい技術の一つであります。この空の産業革命と言われるドローン技術を社会実装するためには、積極的に異分野連携、産官学連携を図る必要があります。これからも建築研究所は、安全・安心な建築ドローンプラットフォームを構築し、社会に貢献できる技術水準となるように、関係者と協力して研究および普及活動を行っていきたくと考えています。

<注・参考文献等>

注1 平成30年住宅・土地統計調査 住宅数概数集計 結果の要約、総務省、平成31年4月26日

注2 (一社)日本建築学会、第3回建築ドローンシンポジウム「建築×ドローン2019」資料集、令和元年5月9日

注3 (一社)日本建築ドローン協会、建築物へのドローン活用のための安全マニュアル(第1版)、平成30年9月1日

注4 (一社)日本建築ドローン協会、建築ドローン標準業務仕様書(案)【点検・調査編】、<https://jada2017.org/news/activity/801>、令和元年9月27日

国際地震工学センター — 北海道胆振東部地震に関する理学研究 —

建築研究所国際地震工学センターでは、建築学の隣にあたる理学分野の地震学に関する研究活動も実施されています。今回は、2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震に関する理学的研究についてご紹介いたします。

北海道胆振東部地震は、深さ約35kmと日本列島下で発生する通常の内陸地震としては非常に深部で発生しました(図1)。胆振地域は、日高衝突帯とよばれる、南西-北東方向に圧縮されている内陸地震活動が活発な地域の北西端に位置します。日高衝突帯は、日高山脈を中心とした北海道中南部に位置し、幌満かんらん岩と呼ばれる比重の大きなマントル物質が露出する地域(北海道様似町)もあります。

この日高衝突帯では、内陸地震活動が深さ約60km程度までと、通常の日本の内陸地震活動が深さ約15kmまでであることと比べると、異常に深部まで発生しています。内陸地震活動の深さ下限は、おおそ温度により決まります。日高衝突帯付近では、地殻熱流量とよばれる地下深部からの熱の流れが、北海道の周辺地域よりも小さめです。胆振東部地震が異常に深部で発生した理由は、圧縮場であること以外にも、地下深部の温度構造が周辺地域より低く、内陸地震発生の深さが深部にシフトすることも関わっていると考えられています。日高衝突帯では、過去にも1982年に浦河沖地震、1970年には日高山脈南部地震など、マグニチュード7程度の内陸地震の発生が報告されており、今回の北海道胆振東部地震も一連の活動の1つであると考えられます。

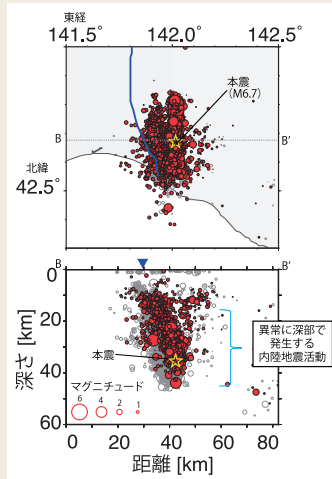


図1:北海道胆振東部地震の本震(星印)および余震(赤丸)の震源分布図。下図は、上図中B-B'での鉛直断面図。上図の青線と下図の青三角は、地質境界の位置。

○建築研究所講演会のご案内

研究成果や調査活動の発表を通じて、住宅、建築及び都市の各分野における最新の技術情報を広く一般の方々に提供することを目的として、毎年3月に「建築研究所講演会」を開催しております。

今年度も、建築研究所が取り組んでいる研究活動を中心に、各分野における研究開発の最新情報をいち早くご紹介いたします。

また、会場のホールロビーでは、研究成果等をポスターにて展示するとともに、研究者が直接説明するコアタイムを予定しております。

さらに、特別講演として、北海道大学名誉教授の越澤 明氏をお招きし、ご講演をいただく予定です。

■開催概要

- 日時: 令和2年3月13日(金)
10:30~16:30(開場10:00予定)
- 会場: 有楽町朝日ホール
(東京有楽町マリオン11階)
- 申込み: 事前登録不要(入場は先着順)
- 参加費: 無料



特別講演
北海道大学名誉教授
越澤 明氏

「都市計画法・建築基準法制定100周年を記念して」

○令和元年防災功労者 内閣総理大臣表彰を受賞

令和元年防災功労者内閣総理大臣表彰を建築研究所緊急災害対策派遣隊(建研TEC-FORCE)が受賞しました。

表彰の対象は平成30年北海道胆振東部地震に対して、国等からの要請を受けて建研職員を派遣して行った高度な技術支援等の活動です。

表彰式は令和元年9月20日に首相官邸にて行われ、建研TEC-FORCE隊長である榎本敬大上席研究員が出席しました。



「調達情報メールサービス」をご利用下さい！！

建築研究所では、調査・研究、工事、試験体製作、物品の調達等の一般競争入札や企画競争の応募等、調達に関する情報のメール配信サービスを提供しています。ご登録いただきますと、新たな調達案件の公告(公示)開始と同時に右のようなメールが配信されますので、弊所のホームページを見ることなくタイムリーに情報を入手することができます。

調達に応札、応募を考えている方は是非ご利用下さい。

詳しくは、建築研究所ホームページをご覧ください。(URL <http://www.kenken.go.jp/cyoutatsu-ml/>)

建築研究所
調達情報メールサービス
このバナーが目印です!

登録すると、こんなメールが届きます。

[chotatsu:0415]【建研】調達情報メールマガ 令和元年10月24日更新

本文:
建築研究所 調達情報メールマガジンをご利用いただきありがとうございます。
一般競争入札に関する入札公告等をお知らせします。【参加表明書の提出期限】

○工事

○役務

- 1 コンクリート試験片の分析業務【11月15日】
- 2 アンカー一定着用力壁床試験体の製作業務【11月21日】
- 3 (新規) 鉄筋コンクリート造架橋試験体の3D点群計測および損傷評価業務【11月8日】

○物品

- 1 (新規) 2020年外国雑誌購入及び電子ジャーナル購読【11月8日】

詳細は、建築研究所HPの「発注情報」ページからご確認ください。

「発注情報」ページのURL
<http://www.kenken.go.jp/japanese/information/information/bidding/hachuu/fyouhou.htm>

編集後記

最近10年でめざましい進歩を遂げた技術のひとつであるドローン技術は、様々な形で活用されているし、今後新たな分野での応用のために日進月歩技術開発が進められていることは衆知である。これまで航空機に限られてきた空間をより身近に利活用するという点で、今日の都市集中型少子高齢化社会に革命的な変化をもたらす可能性がある。

例えば、空飛ぶ自動車なども考案されているが、その原点というか発想そのものは1949年に開発されたAerocar(シアトル・ボーイング社航空博物館=写真1)に見られる。これは航空機の主翼を自動車の後方に折りたたむもので、言わば“道路を走れるようにした飛行機”という概念で開発されている。一方、最近国内外の自動車メーカーが競って開発している空飛ぶ自動車は“空を飛べるようにした自動車”という概念と言えるだろう。このように4以上のブレードによる安定飛行が逆転の発想を可能にしたという表現もできる。どちらの実現容易性が高いかは火を見るより明らかである。技術者の夢は70年の時を経て引き継がれて実現しそうであるが、これも社会のニーズがあってこそと思われる。科学技術開発のシーズが花開くのはニーズがあってこそという事例かもしれない。(T.T.)



写真1 1949年発表の空飛ぶ車

●バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>



●えびすとらに関するご意見、ご感想はこちらまで。
epistula@kenken.go.jp



Epistula

第82号 令和2年1月発行
編集: えびすとら編集委員会
発行: 国立研究開発法人 建築研究所
〒305-0802 茨城県つくば市立原1
tel. 029-864-2151
fax. 029-879-0627