

ドローン技術の動向と 建築維持保全への利活用の検討

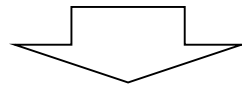
材料研究グループ
宮内博之

＜発表内容＞

- I はじめに
- II ドローン技術の動向と取組み
 - 1)ドローンの定義
 - 2)ドローン市場
 - 3)ドローン飛行時の法律とルール
- III ドローンを活用した建物調査診断方法(案)
 - 1)ドローンを活用した診断部位と水準
 - 2)建物調査に必要な検討項目
- IV ドローンによる建物調査事例
 - 1)RC造建築物における調査
 - 2)端島(軍艦島)におけるRC造建築物の調査
 - 3)(一社)日本建築学会におけるドローン関連活動
- V 建築分野においてドローン活用に必要な事項
- VI おわりに

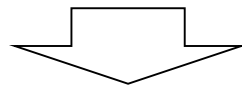
I. はじめに

既存RC造建物：持続型社会の形成に向けた利活用と健全性診断，並びに長寿命化のための維持管理が課題



法12条：定期的な建物の検査報告義務

- 費用や日数等の面で建物管理者に大きな負担
- 高層・大規模建物では目視観察が難しい



日本再興戦略2016の施策として掲げられている第4次産業革命の実現に関連する「**ドローンの利活用**」を検討し、建物の診断・維持管理技術に資する技術提案を行う

Ⅱ ドローン技術の動向と取組み

- 1) ドローンの定義と歴史
- 2) ドローン市場
- 3) ドローン飛行時の法律とルール

1) ドローンの定義と歴史

➤ 定義

ドローン(Drone) = 自律型無人機(遠隔操縦機、自律式な機械全般)

無人航空機(UAV : Unmanned Aerial Vehicle)

無人車両(UGV : Unmanned Ground Vehicle)

無人船舶(USV : Unmanned Surface Vehicle)

...

無人飛行システム(UAS : Unmanned Aircraft System) ※米国(連邦航空局)で使用
= 無人化技術を適用した航空機と地上装置を含むシステム

➤ 歴史

- ・第二次世界大戦後(米国): 標的機(ターゲットドローン)として利用
- ・2001年(米国): テロを契機にドローンの軍事活用が本格化
- ・2010年(フランス): Parrot社 ARドローン販売
- ・2012年(中国): DJI社 Phantom販売
- ・2015年4月(日本): 首相官邸無人機落下事件→法規制と商業利用促進
- ・2015年12月(日本): 改正航空法が施行



ARドローン

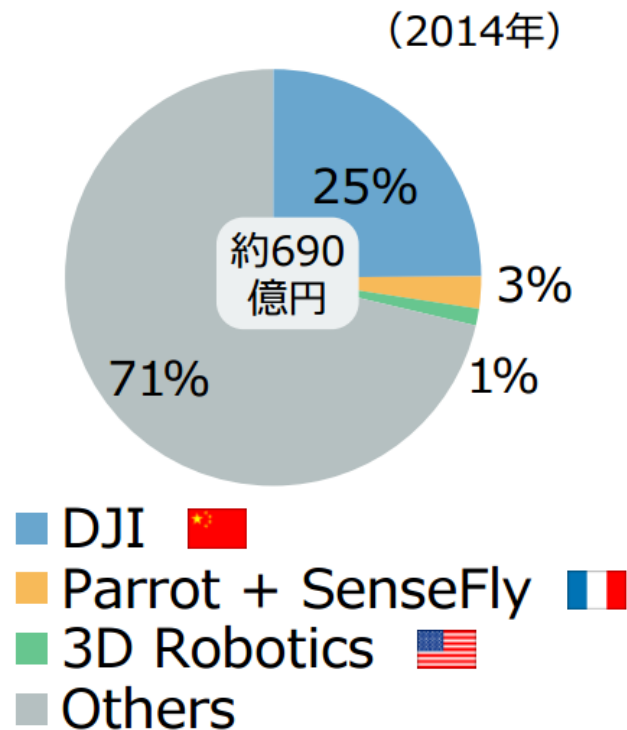


Phantom4

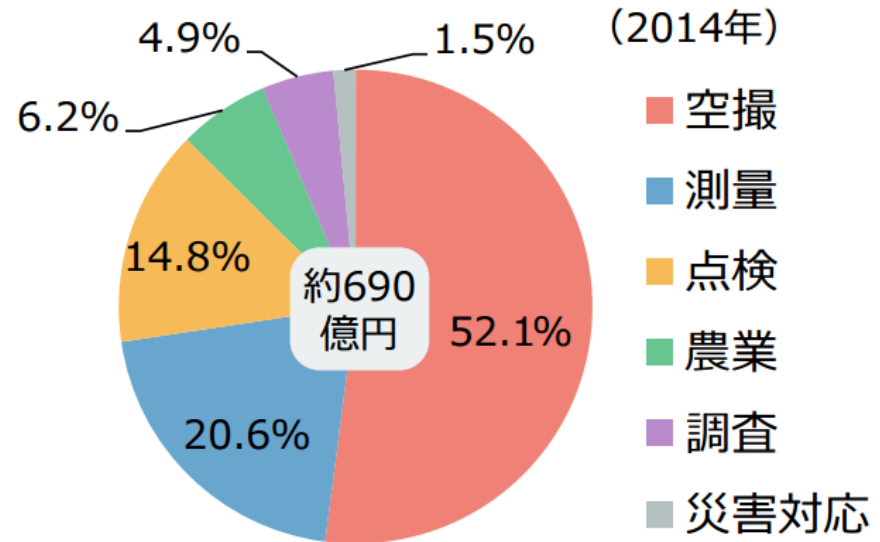
2) ドローン市場(世界市場)

- ・ドローンの商用利用: DJI社が台頭し、世界の約60%が同社製
- ・世界のドローン市場を用途: 空撮が過半数を占める

世界の売上高シェア



世界のドローン市場の用途別割合

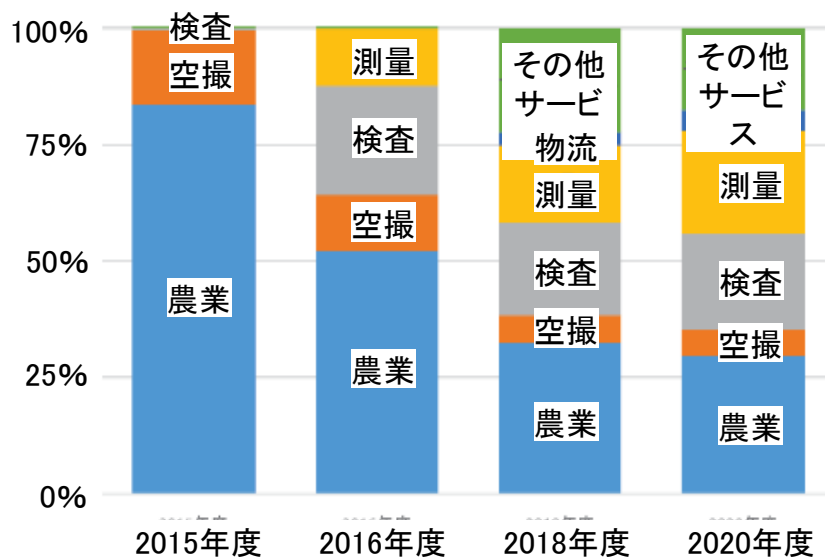


出所: Frost & Sullivan, 2015 及び経済産業省HPより抜粋

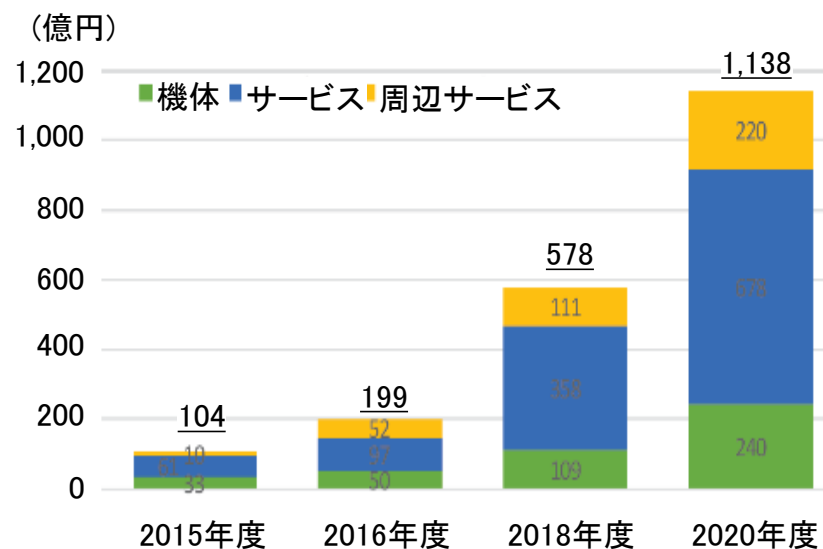
2)ドローン市場(日本市場)

- ・2020年には1,138億円に成長予測(2015年比約11倍の市場)
- ・サービス分野:農業、空撮は一部市場が確立→点検、測量、物流分野の活用が期待

※点検・測量は土木分野を対象としており、建築分野での活用は未知数



国内のドローン市場における分野別内訳※



国内のドローン市場規模の予測※

※参考文献:ドローンビジネス調査報告書2016

ドローン技術に関する政府の取組状況(2017年1月調査時)

省庁	名称	設立時期	目的
内閣府	千葉市ドローン宅配等分科会	平成28年 4月～	都市部における小型無人機の近未来技術実証のための制度整備に資する、新たな制度改革・規制改革について重点的・集中的に検討する。
内閣府	千葉市ドローン宅配等分科会技術検討会	平成28年 6月～	国家戦略特区における小型無人機による宅配の早期実現のため、「千葉市ドローン宅配等分科会」の下に設置。実証実験の具体的プロジェクトを実施、技術的課題を抽出する。
首相官邸	小型無人機に関する関係府省庁連絡会議	平成27年 4月～	小型無人機を利用した重要施設の警備体制の抜本的強化、無人機の運用ルール策定と活用の在り方、関係法令の見直し等について検討する。
首相官邸	小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会	平成27年 12月～	小型無人機の安全確保のための制度設計、安全確保策の体系化・共有、事業・業務振興のための環境整備等について検討する。
首相官邸	小型無人機の更なる安全確保のための制度設計に関する分科会	平成28年 1月～	小型無人機の安全確保のための制度設計、安全確保の体系化・共有、事業・業務に活用する場合の安全規制の在り方等について検討する。
国土交通省	物流用ドローンポート連絡会	平成28年 7月～	「交通運輸技術開発推進制度」を活用し、ブルーイノベーション(株)、東京大学と連携。 ドローンの目視外飛行における安全な自動離着陸可能、かつ安価に設置できる物流用ドローンポートシステムの研究開発を行う。
国土交通省	航空機・無人航空機相互間の安全確保と調和に向けた検討会	平成28年 11月～	第5回 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会においてとりまとめられた「小型無人機の更なる安全確保のための制度設計の方向性」に基づき、航空機運航者、無人航空機運航者等の参加のもと、航空機、小型無人機相互間の安全確保と調和について検討する。

個別の利活用分野における小型無人機のロードマップ

		現在～	2017年～	2018年頃～	2020年代頃～	
災害対応	利活用	災害現場の情報収集(空撮、計測等)		災害現場における捜索・救助支援、複数機連携	発災直後(有人・)	
	技術開発	耐環境性	災害現場の過酷環境(風雨、降雪、温度、夜間、高度等)への耐性向上		劣悪環境条件での実証・評価	継続的技術開発
		運航管理・衝突回避	災害時の運航情報の共有や管理による衝突回避		運航管理の更なる技術開発、有人機や他の無人機との衝突回避に係る	
		操用性・整備性	短時間・少人数運用技術の研究開発		継続的技術開発による更なる性能向上	
		情報収集	災害現場の効率的な情報取得技術の開発・実証			
	環境整備	運用ルール	災害時利活用と運用ルール検討			災害時の実運用
性能評価基準		評価項目の検討	順次、各用途について策定		認証	
インフラ維持管理	利活用	全国各地(特区、テストフィールド等)における実証		各地のインフラにおける実用		
	技術開発	データ取得技術	インフラの損傷箇所等に対する高精細画像取得技術の開発		高精度のデータ検出及び記録システムの確立及び現場への導入	
		飛行制御技術	安定してインフラ点検を行うための飛行制御技術の開発		風、雨等の外乱下での遠隔位置制御技術の確立及び現場への導入	
		リスク抑制技術	安全落下及び安全着陸技術の開発		自動安全制御技術の確立及び現場への導入	
	性能評価基準	評価項目の検討	順次、各用途について策定		認証	
測量	利活用	公共測量、工事測量で順次導入(i-Construction等)		利活用の推進	技術開発等の進	
	技術開発	測量に関する技術開発	空中写真測量、三次元データ整備(済)	UAVを用いた測量で使用する測量機器の拡充(LP等)、高度化、軽量化		
		その他の技術開発	共通基盤コア技術(運航管理、自律飛行制御等)、周辺技術(各種センサ、バッテリー等)の高度化			
	環境整備	測量に関する環境整備	作業マニュアル、安全基準の公表(済)	マニュアル等の周知啓発、内容拡充、見直しの実施		
地理空間情報		第2期基本計画		第3期基本計画		

※引用文献: 首相官邸「平成28年4月28日 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」から抜粋
 (http://http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/kanminkyougi_dai4/siryou3.pdf)


ドローン技術を含む政府の取組状況(2017年1月調査時)

省庁	名称	設立時期	目的
内閣府	国家戦略特別区域諮問会議 (国家戦略特区)	平成25年 12月～	制度改革を通して経済社会の構造改革を重点的に推進し、産業の国際競争力強化、国際的な経済活動の拠点形成を図る。
国土交通省	次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会	平成26年 4月～	「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」の結果を踏まえ、開発・導入を促進するロボットの現場検証及び評価を行うことを目的とする。
国土交通省	i-Construction委員会	平成27年 12月～	生産年齢人口の減少が予想される中、生産性向上と企業の経営環境の改善、安全性の確保等を推進。そのための基本方針や推進方策等を検討する。
国土交通省	ICT導入協議会	平成28年 2月～	i-Constructionの3本柱の一つである土工への「ICTの全面的な活用」に向けて、ICTを建設現場へ円滑に導入、その普及推進を図るために関係業界等の意見を聴取し、具体的な課題解決に向けた共通の認識を得ることを目的とする。
国土交通省	i-Construction推進コンソーシアム	平成28年 11月～	産学官が連携して、IoT・人工知能(AI)などの革新的な技術の現場導入や、3次元データの活用などを進めることで、生産性が高く魅力的な新しい建設現場を創出することを目的とする。
国土交通省	インフラメンテナンス国民会議	平成28年 11月～	インフラメンテナンス産業の育成・活性化のため、産学官が民間の新技术の掘り起こし、多様な業種からの新規参入促進、メンテナンスの理念普及等を目的とする。
経済産業省 総務省	IoT推進コンソーシアム	平成27年 10月～	産学官が参画・連携し、IoT推進に関する技術の開発・実証や新たなビジネスモデルの創出推進するための体制を構築する。
経済産業省 総務省	スマートIoT推進フォーラム	平成27年 12月～	「IoT推進コンソーシアム」の下、IoT、BD(ビッグデータ)、AI(人工知能)等に関する技術の開発、実証を推進する技術開発WG
経済産業省	ロボットテストフィールド・国際産学官共同 利用施設(ロボット)活用検討委員会	平成27年 12月～	「ロボットテストフィールド」及び「国際産学官共同利用施設(ロボット)」の整備等の実現に向けて、事業の具体的な進め方を検討する。
経済産業省 総務省	IoT推進のための新ビジネス創出基盤整 備事業(無人航空機IoT実証事業)	平成28年 1月～	準天頂衛星を活用した、無人航空機による安全な物流事業の実現に向けた実証。
経済産業省	産業構造審議会 新産業構造部会	平成27年 8月～	IoT、ビッグデータ、人工知能等による変革に的確に対応するため、官民が共有できるビジョンを策定するとともに官民に求められる対応について検討をする。
新エネルギー・ 産業技術総合 開発機構	インフラ維持管理・更新等の社会課題対 応システム開発プロジェクト	平成26年 4月～	的確にインフラの状態を把握できるモニタリングシステムの技術開発及び維持管理を行うロボット・非破壊検査装置の技術開発を行い、インフラの維持管理・更新等における財政問題及び人材・技術不足の解決に寄与する。
総務省	電波政策2020懇談会	平成28年 1月～	ワイヤレスサービスの発展・国際競争力強化のための方策、新たな無線システム導入のための制度見直し、電波利用料制度のあり方等について検討する。
総務省	電波政策2020懇談会 サービスWG	平成28年 1月～	我が国の無線インフラ・サービスを国際競争力のある有望ビジネスに育てるための方策等について検討を行う。
総務省	電波政策2020懇談会 サービスWGワイヤレスビジネスTF	平成28年 1月～	ワイヤレスビジネスの有望な分野について実用化、普及、海外展開等の方策等について検討する。
農林水産省	新たな農林水産業用回転翼無人航空機 の利用に関する検討会	平成27年 8月～	ドローン等小型無人機に関する新たな安全対策の基準等を検討する。

土木分野におけるドローンの活用状況 : i-construction

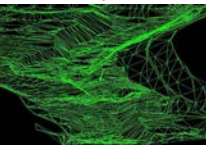
UAVを用いた公共測量マニュアルの策定

・測量成果
(従来)



(2次元の平面図)

(改訂後)

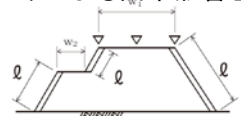


(3次元測量点群データ)

土木工事施工管理基準の改訂

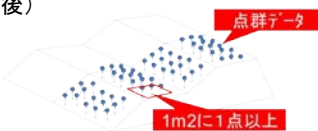
・3次元データによる出来形管理

(従来)



施工延長40m毎の管理断面で高さ、幅、長さを管理

(改訂後)




点群データ
1m2に1点以上

3次元の点群データにより設計データとの差分を管理

土木工事検査技術基準の改訂


・検査方法

(従来)



施工延長200mにつき1ヶ所検査

(改訂後)



GNSSローバー

現地検査はTSやGNSSローバーを活用



※引用文献: 国交省HPより参照 (<http://www.mlit.go.jp/common/001127188.pdf>)

UAVを用いた公共測量マニュアル(案)

UAVを用いて撮影した空中写真から3次元点群データを作成するための標準的な手法を定めた測量マニュアルを作成

①UAVを用いた写真測量を公共測量へ導入

狭い範囲の図面向け

従来の測量機器やGNSS
を利用した現地測量



← UAVを用いた写真測量 →

UAVを用いた写真測量



UAVの安全な飛行を確保するための安全基準(案)の
公表もあわせて実施
※レーザ測量等に加え、ドローンによる3次元測量も可能に

広い範囲の図面向け

有人航空機を利用した
空中写真測量



②公共測量の成果にUAV写真による3次元点群データを追加



従来の2次元図面



詳細な3次元点群データ

導入効果: 小回りがきくUAVや3次元化の自動ソフトの導入により、短時間で効率的に3次元点群データが作成可能

※引用文献: 国交省HPより参照 (<http://www.mlit.go.jp/common/001127188.pdf>)

ドローンに関連した公共団体、民間団体

(※2016年10月時点でインターネット検索できた情報、順不同)

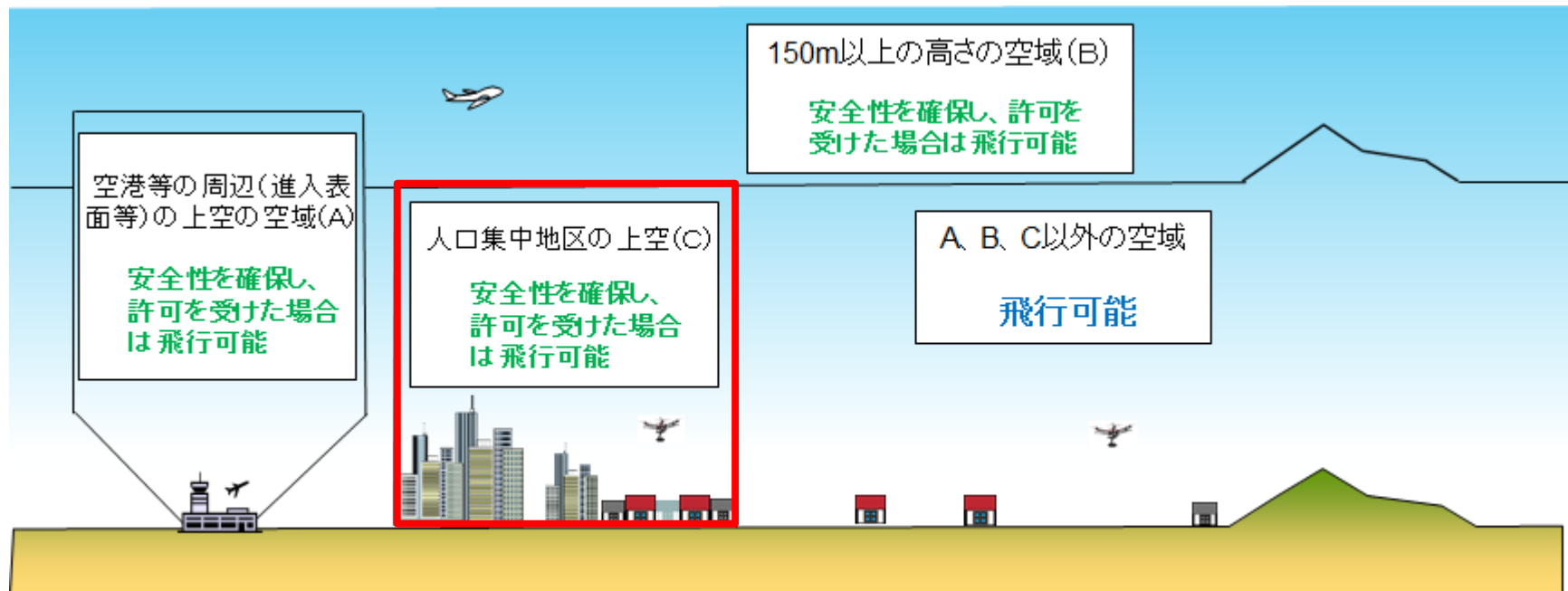
日本UAS産業振興協議会	日本写真測量学会	ドローンテックラボ・コンソーシアム・仙台
ミニサーベイヤーコンソーシアム	農林水産航空協会	長野県マルチコプター推進協議会
自律制御システム研究所	ドローン操縦士協会	信州産業用無人機安全運用協会
日本ドローン協会	日本ドローンレース協会	関西ドローン安全協議会
日本ドローン空撮協会	drone development department	香川県ドローン安全協議会
セキュアドローン協議会	Drone code japan Association	山口県産業ドローン協会
Drone Japan	日本無人機運行管理コンソーシアム	岡山県ドローン協会
ドローン検定協会(一社JAREX)	日本ドローン無線協会	那賀町ドローン推進室
日本マルチコプター安全推進協会	東北次世代移動体システム技術実証コンソーシアム	ふじのくにSKYイノベーション
ドローン撮影クリエイターズ協会	熊本県ドローン技術振興協会	UAV(小型無人航空機)利活用研究会
日本産業用無人航空機協会	熊本無人機研究会	UAVリモートセンシング研究会
マルチコプター安全運用委員会	徳島県ドローン安全協議会	バーズアイ・リサーチ研究会
東日本ドローン協会	徳島ドローン協会	NIIGATA SKY PROJECT
日本測量協会	東日本ドローン協会	ドローン社会共創コンソーシアム
全国測量設計業協会連合会	三重県ドローン協会	建築研究開発コンソーシアム
UAS測量調査協議会(ユー・アス)	マルチコプター利用協議会	東京大学大学院情報学環「情報技術によるインフラ高度化」社会連携講座
UAS多用推進技術会	救急医療・災害対応無人機等自動支援システム協議会	...

3)ドローン飛行時の法律とルール

無人航空機に係る航空法改正 (※規制対象外のドローンの重量は200g未満)

航空法第132条 (2015年9月に航空法を改正。12月10日より施行)

(1) 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域



(空域の形状はイメージ)

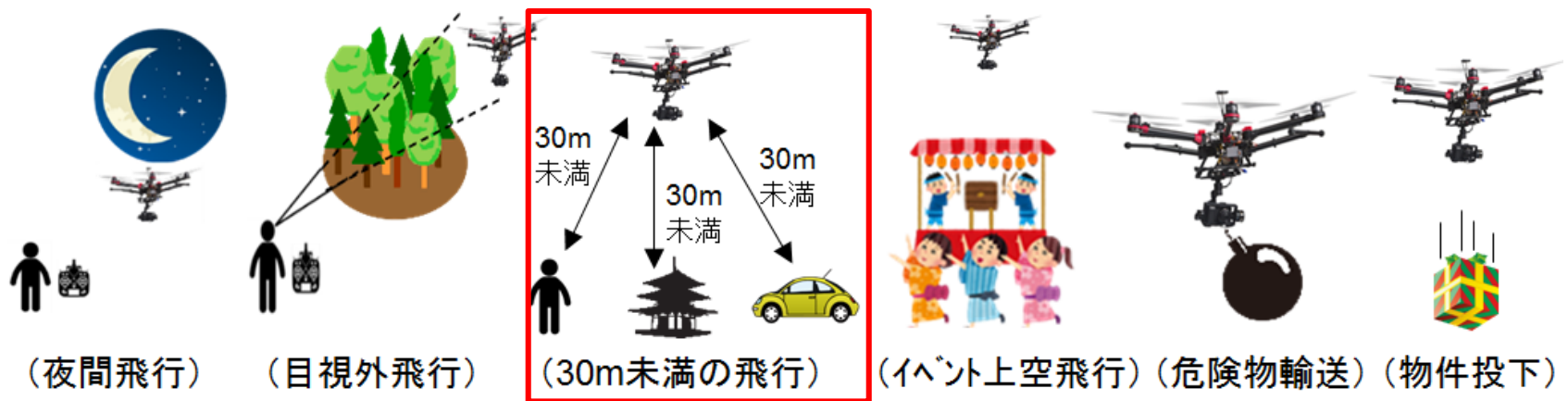
(A)～(C)の空域のように、

- ・航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、
- ・落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合

⇒ あらかじめ、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。

(2) 無人航空機の飛行の方法

- [1] 日中(日出から日没まで)に飛行させること
- [2] 目視(直接肉眼による)範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること
- [3] 人(第三者)又は物件(第三者の建物、自動車など)との間に30m以上の距離を保って飛行させること
- [4] 祭礼、縁日など多数の人が集まる催しの上空で飛行させないこと
- [5] 爆発物など危険物を輸送しないこと
- [6] 無人航空機から物を投下しないこと



上記のルールによらずに無人航空機を飛行させようとする場合には、
あらかじめ、**国土交通大臣の承認を受ける必要**(※捜索又は救助のための特例あり)

Ⅲ ドローンを活用した建物調査診断方法(案)

- 1) ドローンを活用した診断部位と水準
- 2) 建物調査に必要な検討項目

1) ドローンを活用した診断部位と水準

- 適用部位: 外壁: 足場の必要とする箇所、目視観察できない箇所
屋根: 歩行が困難な場所(勾配屋根)

- 診断水準

現段階のドローン技術で
診断可能と思われる範囲

1次診断: 体感問診(目視診断)

⇒ 空撮診断(可視カメラ、赤外線カメラ等)

2次診断: 非破壊診断

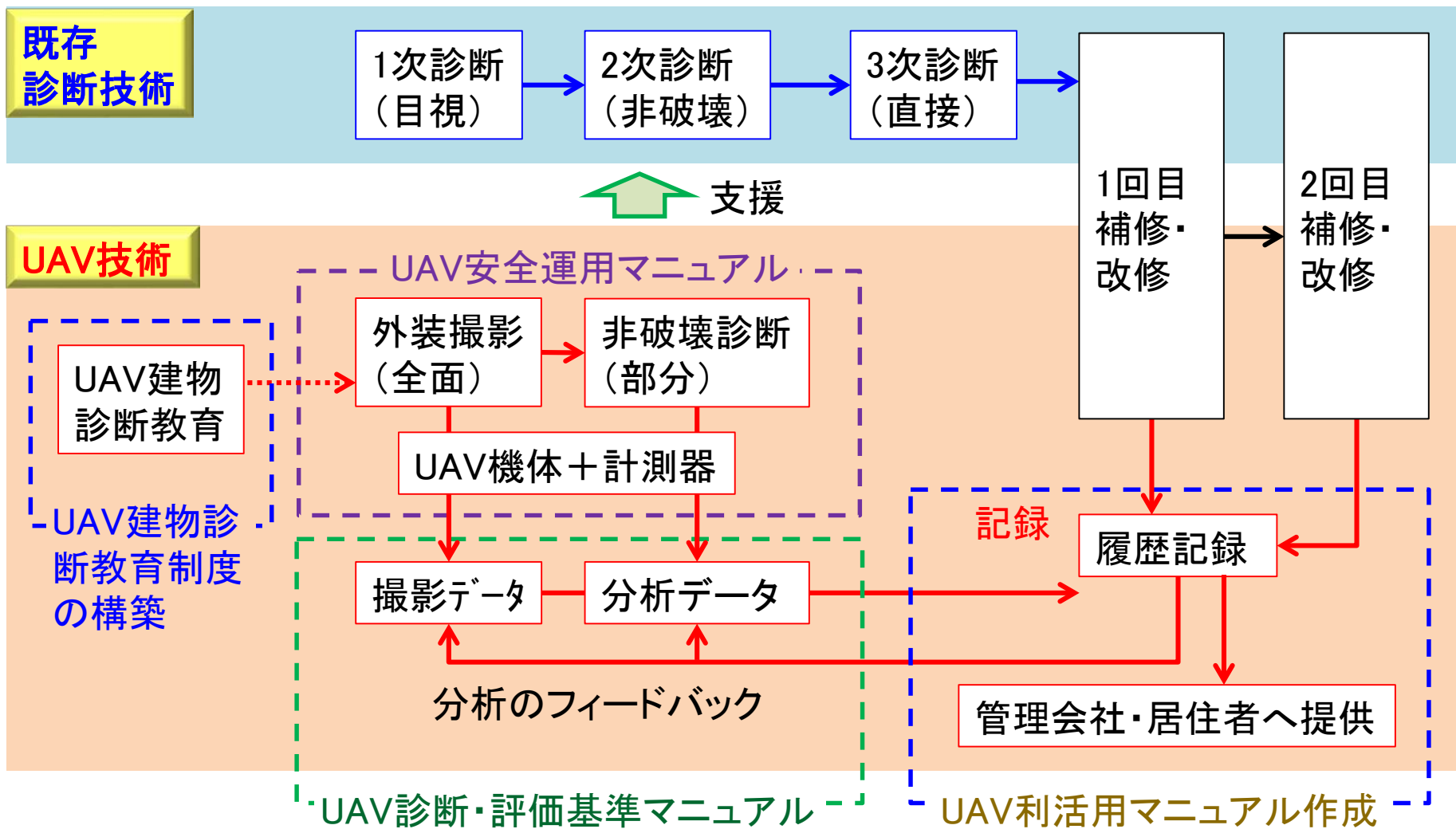
(打音診断、変状・亀裂等の詳細測定等)

⇒ 近接診断(超音波、高解像度カメラ等)、接触診断(打音診断等)

3次診断: 直接診断(破壊試験等)

⇒ 位置固定・接触診断(削孔等)

ドローンを活用した建物調査診断方法（案）



2) 調査手順

①事前・予備調査(ドローンの飛行計画の検討)

調査対象とする建築物の事前調査(設計図書、施工記録、点検記録、修繕工事等)との照らし合わせ、②～④の調査を安全かつ合理的に実施するためのドローン飛行計画を立てる。

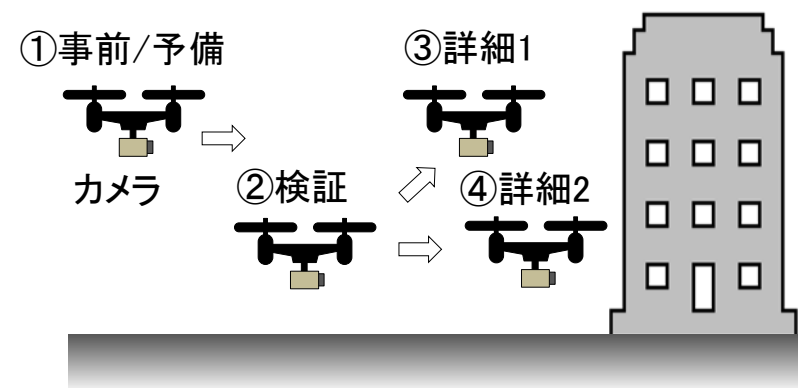
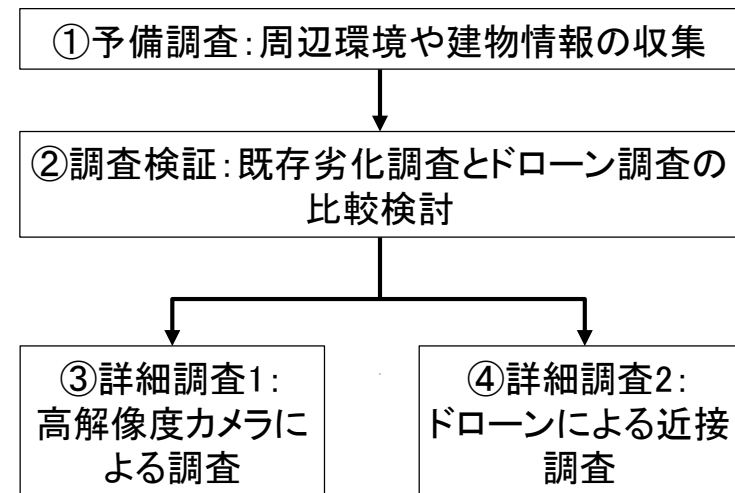
- ・環境要因: 風の影響、調査建物周りの影響、安全に着地するための場所の選定
- ・建物要因: 診断箇所(ベランダ、庇等)の飛行難易度と撮影可能の判定、GPSが届くかどうかの判断
- ・データ取得方法の検討: 撮影する基準点の設定と効率的なカメラ撮影方法の検討

②調査検証(足場を必要としない場所での調査)

既存調査とドローン調査の併用によるデータの精度向上の検討

③及び④詳細調査

- ③ドローンを調査対象物から離れた状態で、高解像度カメラで撮影する方法
- ④ドローンを調査対象物に近接もしくは直接接触させながらの調査



建物調査診断方法(案)

IV ドローンによる建物調査事例

- 1) RC造建築物における調査
- 2) 端島(軍艦島)におけるRC造建築物の調査
- 3) (一社)日本建築学会・UAV-WGの活動と調査事例の紹介

1) RC造建築物における調査

ドローンによる建物劣化調査の実施概要

- ・調査場所: 4階建てRC造集合住宅（解体物件、築40年以上）
- ・目的: 解体前の建物を利用し、建築部位やコンクリート等の劣化診断を行うため、ドローンを活用して外観調査を実施した。
- ・調査時期: 2016年6月～7月



南面



北面

実験概要

(1) 実験に使用するドローン

1) 計測用ドローン: 2台

- ・GPS機、及びSLAM (Simultaneous Localization And Mapping) 機

2) 計測用ドローンを撮影するドローン: 1台

- ・Phantom4

(2) 対象構造物

- ・RC造建築物: 建物4面(南面・屋根面・北面・西面)

(3) 測定対象

- ・部位: 目視確認が困難な箇所、劣化程度が激しい箇所(軒うら、ベランダ等)
- ・劣化部: ひび割れ(幅)、浮き、剥落、錆汁、汚れ等

(4) 撮影と分析手法

- ・カメラ撮影→3Dマッピング処理(Photo Scan)




(5) 診断の記録と劣化診断制度の評価

- ・既存の目視観察結果との対比(基準となるクラックスケールを準備)

(6) 活用方法

- ・補修・改修履歴情報を取得し、適切な建物維持管理のためのデータとして活用

使用したドローンの概要

名称	Phantom4 ^{※1}	MS-06LA ^{※2}	MS-06LLA ^{※2}
製造会社	DJI社	(株)自律制御システム研究所	
飛行形態	GPS	GPS	非GPS(SLAM)
重量(kg)	1.38	4.8	8.5
最大直径(mm)	350	1010	1420
搭載可能重量(kg)	-	6	10
飛行時間(分)	約28分	約15分	約15分
カメラ	専用可視カメラ	外部設置可視カメラ(ソニー α 6000)	
画素	1240万画素	2030万画素	
解像度	4000 × 3000	6000 × 3376	
外観			

※1:ドローン撮影協力:中島圭二氏(NPO法人コンクリート技術支援機構、松阪興産(株))

※2:ドローン機体及び撮影協力:三信建材工業(株)

ドローンによる調査状況 (MS-06LLAをPhantom4で撮影)

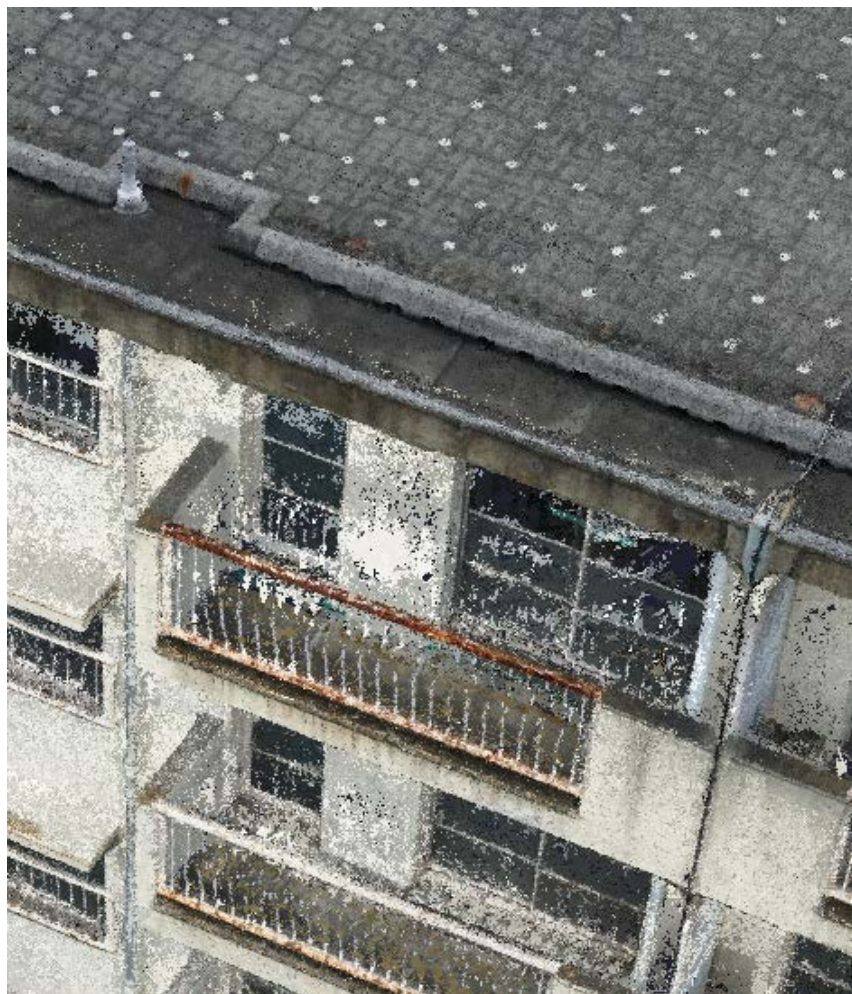


ドローンによる近接撮影状況（Phantom4を使用）

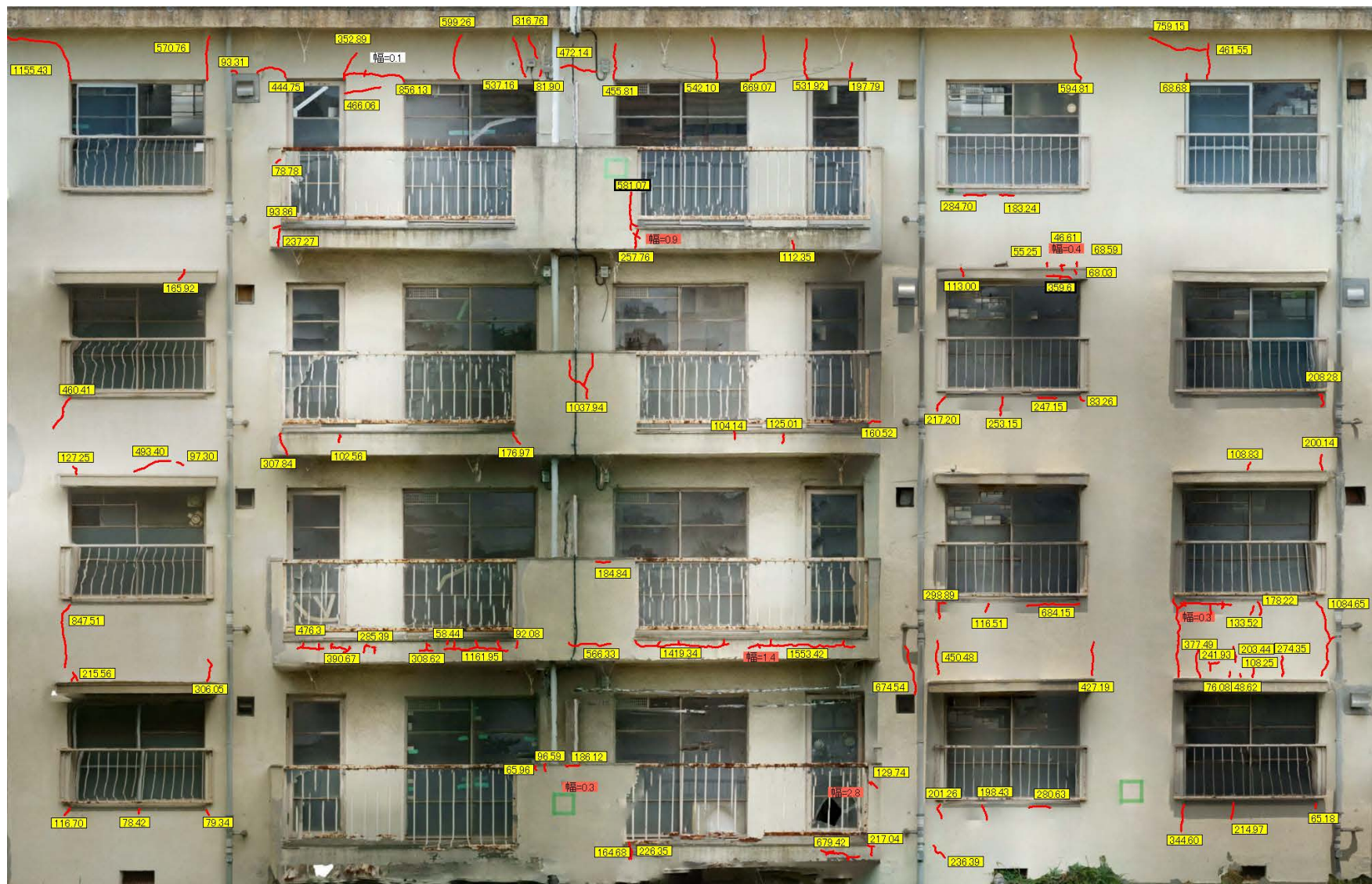


ドローンによる画像撮影による3次元点群モデル



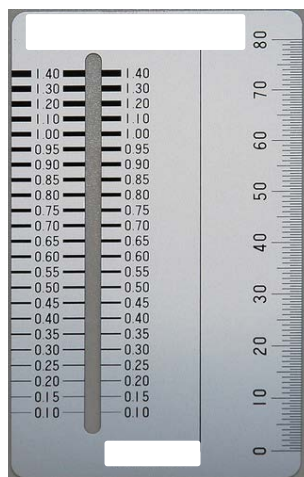


3D点群モデル(ベランダまわりと上裏)

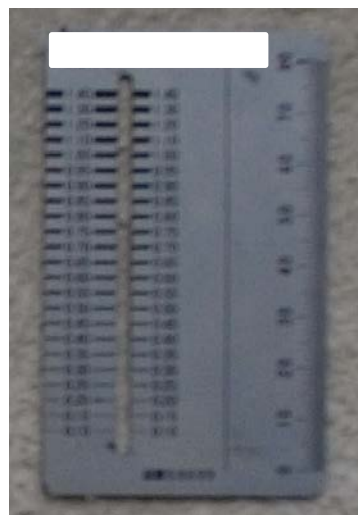


南面外壁のひび割れ図(オルソ画像)

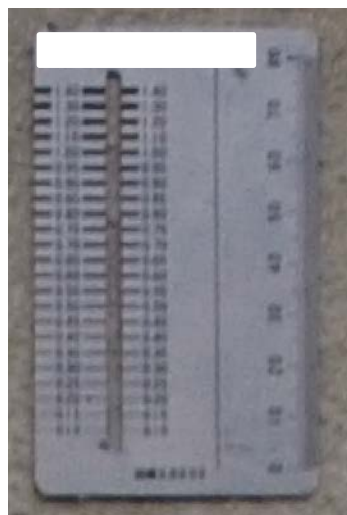
UAV飛行時のクラックスケールの線の太さ(幅)の視認性



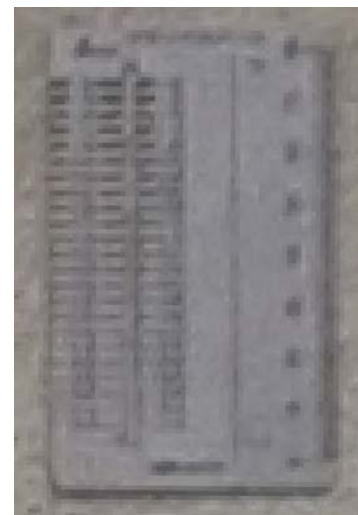
通常写真



対象物から0.5m



対象物から0.8m



対象物から2m



対象物から4m

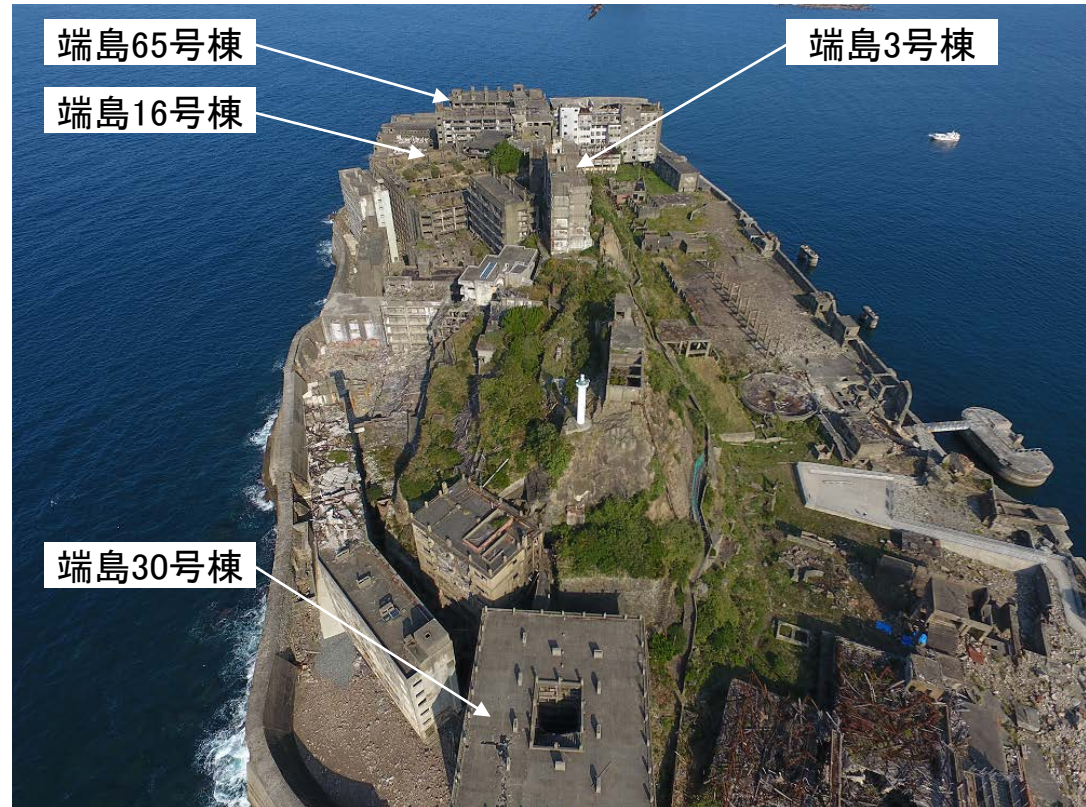
2) 端島(軍艦島)におけるRC造建築物の調査※

※日本コンクリート工学会「供用不可まで劣化破損が進行したコンクリート構造物の補修・補強工法に関する研究委員会」の研究活動の一環で得られた成果である。

<端島の概要>

端島炭鉱居住施設は、1916年に建設された日本初のRC造高層アパートである30号棟を始め、歴史的に価値のある建物群である。

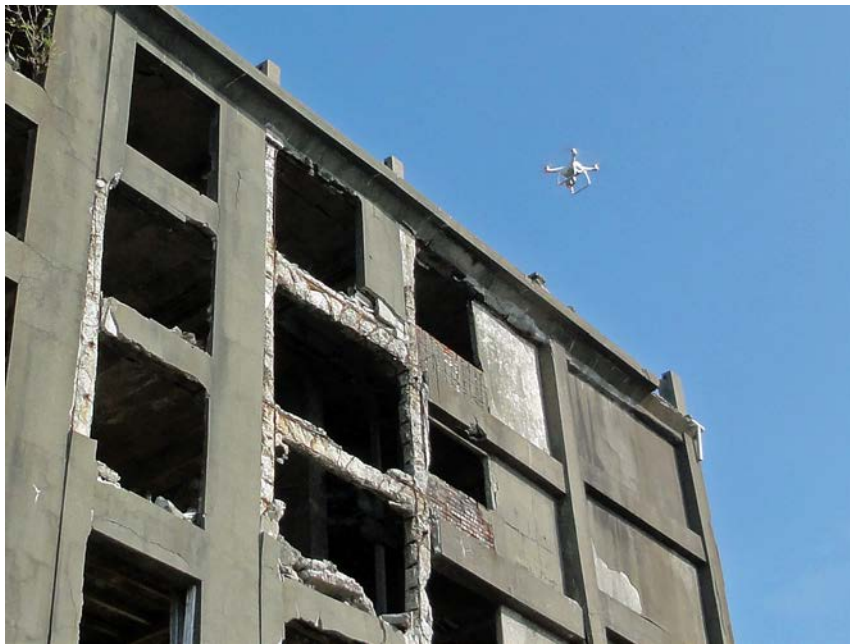
2015年に国際記念物遺跡会議(イコモス)により、端島(軍艦島)を構成遺産に含む「明治日本の産業革命遺産 製鉄・製鋼、造船、石炭産業」が世界文化遺産に登録された。



ドローン飛行による建物全景撮影(高度:約100m)

端島(軍艦島)30号棟の劣化状況調査

- 建物状況: 30号棟は大破状態であり、床が抜け落ち屋内への立ち入りは危険である。
- ドローンの調査: 目視内飛行による外壁・屋根の劣化状況撮影

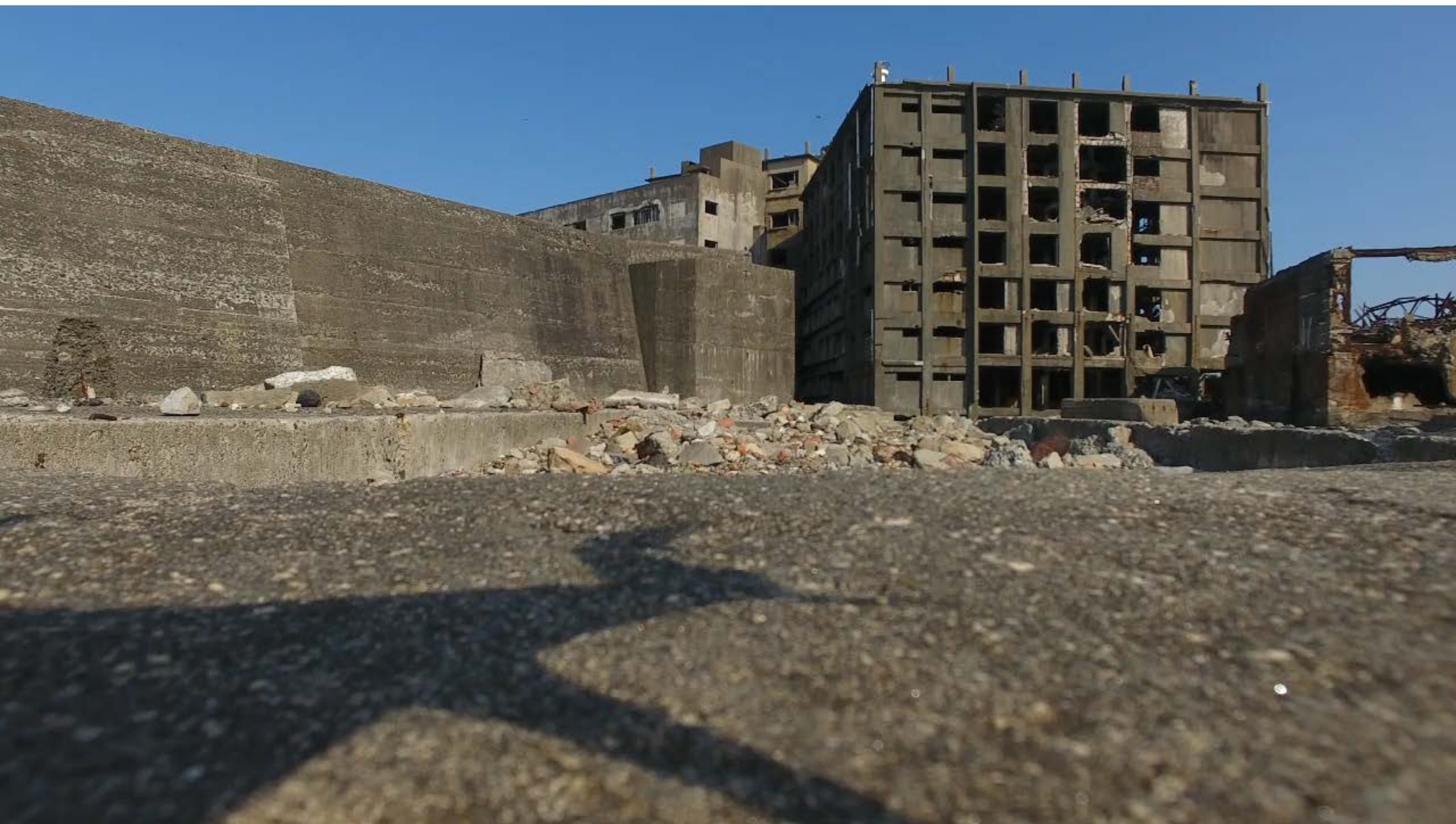


ドローンによる撮影状況



端島30号棟全景

ドローンによる端島30号棟の撮影状況



飛行

外壁全面

屋根全面・詳細

外壁詳細

操縦者: 宮内

端島(軍艦島)30号棟の劣化状況調査



構造躯体欠損の状況



屋根面の損傷状況

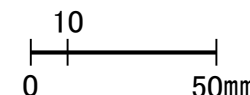
FPV(PCモニターによる)操縦と 建物劣化調査



①屋上植栽の状況(端島16号棟)



②屋上の構成と損傷状況(端島65号棟)



④外壁・パラペット破損の状況(端島3号棟)

FPV(PCモニターによる)操縦と建物劣化調査



飛行

16号棟

65号棟

炭鉱

3号棟

操縦者: 宮内

3) (一社)日本建築学会におけるドローン関連活動

UAVを活用した建築保全技術開発WGの設置(日本建築学会・耐久保全運営委員会)

OWG設置目的:

建築分野でUAVを安全に活用するための検討

○活動期間:2016年4月～2018年3月

WG	検討項目
情報収集	<ul style="list-style-type: none"> ・UAV並びに建築外装診断に係る技術情報収集 ・法的基準の情報収集 ・海外UAVの動向, 関連規格の情報収集
研究体制	<ul style="list-style-type: none"> ・UAV並びに建築外装診断に係る産官学の連携 ・研究成果発表+広報活動
技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・UAV側(機体+撮影・診断部) ・建築側(環境, 建築形態, 部位・材料等)
利活用	<ul style="list-style-type: none"> ・建築外装診断方法の技術 ・診断結果の分析技術 ・建築補修・改修の履歴保存技術
環境整備	・テストフィールドの整備
	・UAV建築保全マニュアルの策定
	(UAV建物診断教育制度の構築)
	(UAV安全運用マニュアル作成)
	(UAV利活用マニュアル作成)
	(UAV診断・評価基準マニュアルの作成)

<委員構成>

宮内博之	主査	建築研究所
兼松学	幹事	東京理科大学
河辺伸二	委員	名古屋工業大学大学院
野波健蔵	委員	千葉大学大学院
楠浩一	委員	東京大学地震研究所
濱崎仁	委員	芝浦工業大学
南正樹	委員	東京工業大学
鹿毛忠継	委員	国土技術政策総合研究所
眞方山美穂	委員	国土技術政策総合研究所
田沼毅彦	委員	建築研究所
酒井学雄	委員	ミニサーベイヤーコンソーシアム
渡邊正雄	委員	NPO法人コンクリート技術支援機構
中島圭二	委員	NPO法人コンクリート技術支援機構
石田敦則	委員	三信建材工業(株)
石田晃啓	委員	三信建材工業(株)
濱千代悠太	委員	三信建材工業(株)
大場喜和	委員	日本ERI(株)
名知博司	委員	清水建設技術研究所
伊佐真	委員	佐藤工業株式会社
石塚宏和	委員	日本総合住生活(株)
佐藤大輔	委員	(株)コンステック

建築×ドローン2017(第1回 建築ドローンシンポジウム)

- 主旨: 建築分野でのドローンの活用を促進するため、建築に携わる関係者がドローン技術の現状と課題を把握できるプラットフォームとして、シンポジウムを企画した。
- 主催: 日本建築学会/材料施工本委員会/耐久保全運営委員会/UAVを活用した建築保全技術WG
- 日時: 2017年5月18日(木) 13~17時
- 開催場所: 日本建築学会 建築会館ホール(最寄り駅: 田町駅、三田駅)

■ プログラム

<司会>

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. 主旨説明 | 兼松学(東京理科大学/WG幹事) |
| 2. ドローンに関わる国交省(建築分野)の動向 | 宮内博之(建築研究所/WG主査) |
| 3. UAVを活用した建築保全技術開発WGの活動報告 | 眞方山美穂(国総研) |
| 4. ドローンを活用したインフラ点検調査事例 | 宮内博之(前掲) |
| 5. ドローンを活用した建物外壁点検調査事例 | 石田敦則(三信建材工業) |
| 6. ドローンを活用した建築外壁タイル仕上げ調査事例 | 大場喜和(日本ERI) |
| 7. 構造被害調査へのドローンの活用 | 河辺伸二(名古屋工業大)、
コンクリート技術支援機構 |
| 8. 海外におけるドローン最新技術動向 | 楠浩一(東京大学) |
| 9. ドローンの飛行安全と操縦技能について | 石田晃啓(三信建材工業) |
| 10. まとめ | 酒井学雄(JDC日本ドローンコンソーシアム
/スカイコープソリューションズ)
鹿毛忠継(国総研/耐久保全運営委
員会主査) |

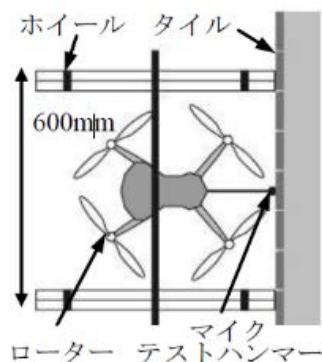
V 建築分野においてドローン活用に必要な事項

建物変状・劣化調査で考慮すべき項目

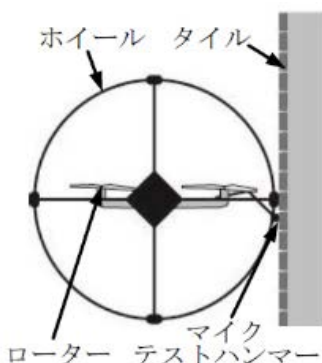
評価項目	人		人+ドローン	ドローン飛行			
	足場なし	足場あり	ワイヤーロープ	マニュアル		自律制御	
				近接	空撮		
対象建物	低層	高層	低層～高層				
コスト	○	×	○	○	○	○	
安全性(人命)	○	○	△	×	×	△	
プライバシー	○	○	×	×	×	×	
調査対象	建物全体	×	○	△	×	○	○
	建物部位	△	○	○	△	○	○
	建物細部	○	○	△	○	△	△

○:メリット、△:状況に依存、×:デメリット

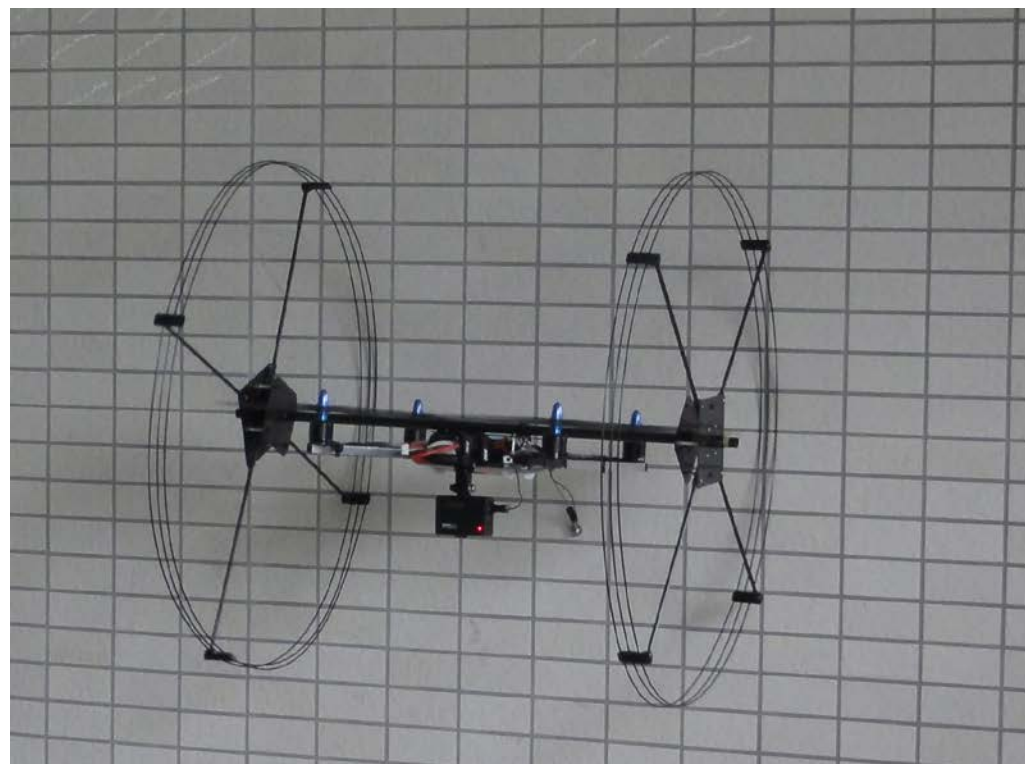
ホイール付マルチコプターを用いた外壁タイル仕上げの打音検査※



打音検査時の上から見たマルチコプター



打音検査時の横から見たマルチコプター



マルチコプターによる打音検査状況

※ 河辺伸二(名古屋工業大学)、渡辺正雄、中島圭二、伊藤洋介:ホイール付マルチコプターを用いた外壁タイル仕上げの打音検査、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-1、pp.983-984、2016

建築分野と土木分野におけるドローン活用の違い

項目		土木 (道路、橋、トンネル、鉄道、港湾、空港等)	建築 (戸建住宅、低層～高層建築)
航空法に関わる制限事項		空域: 空港周辺 目視: 目視外飛行 / 目視内飛行 30m未満の飛行: 対象物あり	空域: 人口密集地区、地上150m以上 目視内飛行 30m未満の飛行: 対象物多い
人への影響		機体の落下事故	機体の落下事故(人に接触危険性大) プライバシー問題(近隣住民、居住者) 騒音問題(近隣住民、居住者)
建築・土木の対象物への影響	管理	国・自治体が多い(管理し易い)	民間が多い(管理し難い)
	高度	水平に広い(風速の影響あり)	垂直に長い(風の影響が大きい)
	部位形状	規則的な形状が多い	不規則な形状(庇・ベランダ)が多い
	材料	限定される	多様である
ドローンに要求される技術	性能	大型、高価、目視外飛行	小型、安価、目視内飛行
	点検範囲	広域～近接撮影	空撮～近接撮影
	飛行速度	高速～低速(定点観測)	低速(定点観測)
	カメラ向き	下・横・下向き	下・横・下向き
	風速	近接の場合、影響が大	高層建物など影響大
	GPS	受信不能の場合がある	受信不能の場合が殆どである

重要な検討項目

建築へ応用可能

建築分野においてドローンを活用するための判断基準

ドローンに関わる建築分野の現状

人



建築



ドローン

ドローン技術を活用するメリットが小さい(安全性、規制、ドローン性能発揮が難、コスト等)

建築分野でドローンを活用するために...

人



建築



手段(ドローン)

プライバシー
安全性
居住性
...

合理化
診断内容・診断精度
コスト
...

手段の選択・向上

VI おわりに

ドローン技術の適用には、ソフト面(法的課題)からハード面(技術)まで様々な課題を解決していかなければならない。

⇒**ドローンの安全飛行を実現**するためには

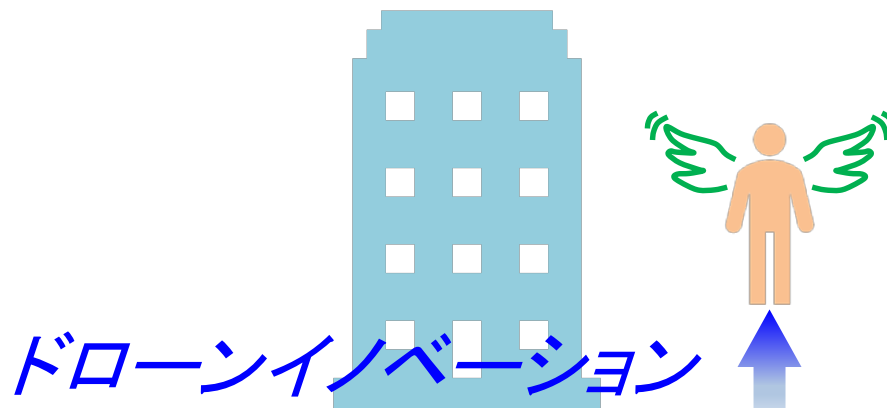
- ・**建築の枠を超えて専門家と協働**して取り組む
- ・**ドローン飛行の実証実験**(サンドボックス制度等:ドローン飛行が自由に飛行可能な実験場所)により問題を解決
- ・**ドローン操縦者・管理者の育成**

⇒**居住者に配慮してドローン技術開発と建物調査診断**を行う

<謝辞>

本研究にて、

- ・実建物での劣化調査において、ドローンの提供及び操縦に協力して頂いた石田敦則様、石田晃啓様(三信建材工業)、中島圭二様(松阪興産)、
- ・ドローン技術情報の提供の場を頂いた日本建築学会「UAVを活用した建築保全技術開発WG」関係者様、日本コンクリート工学会「供用不可まで劣化破損が進行したコンクリート構造物の補修・補強工法に関する研究委員会」の関係者様に感謝申し上げます。



宮内博之
(miyauchi@kenken.go.jp)