

# ドローン(UAV)を活用した 建築維持保全技術について

国立研究開発法人 建築研究所

宮内 博之

# 個人略歴と研究活動内容

## ○略歴

1999～2007年 東京工業大学 建築物理研究センター

2006年 カナダ国立研究機構(NRC)

2008～2013年 韓国・忠南大学校 建築工学科

2014年～ 国立研究開発法人 建築研究所

## ○専門: 建築材料(仕上材・防水材、コンクリート等)

## ○建築研究所での研究課題

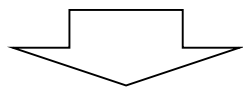
- ・RC造建築物の変状・損傷の早期確認と鉄筋腐食の抑制技術
- ・建築物の長寿命化に資する外壁目地の性能評価システムの開発
- ・国交省基準整備促進事業: 湿式外壁等の定期調査方法の合理化の検討

## ○ドローン関連

- ・日本建築学会 UAVを活用した建築保全技術開発WG主査
- ・(一社)ミニサーベヤーコンソーシアム 技能検定委員会委員

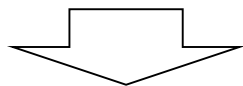
# 研究活動の背景と目的

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技術の開発が課題



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

# 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



マリリンモンローとドローン



ARドローン



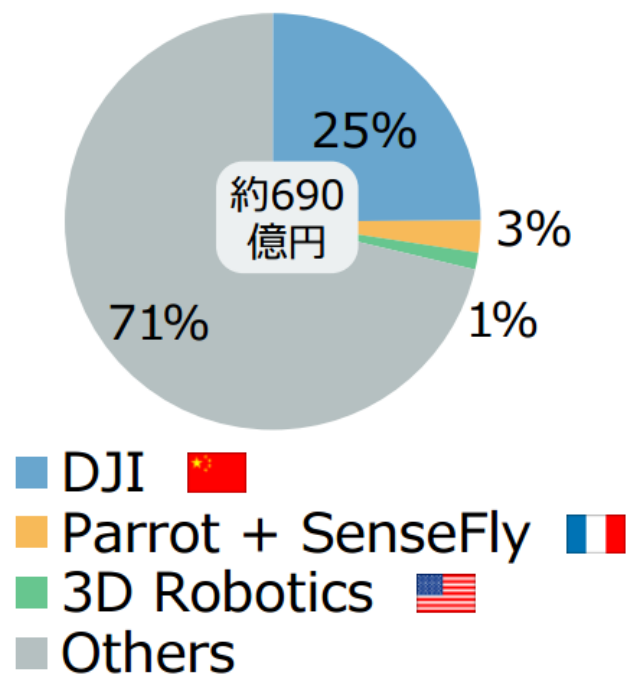
Phantom4

# ドローンにおける世界市場規模

- ・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

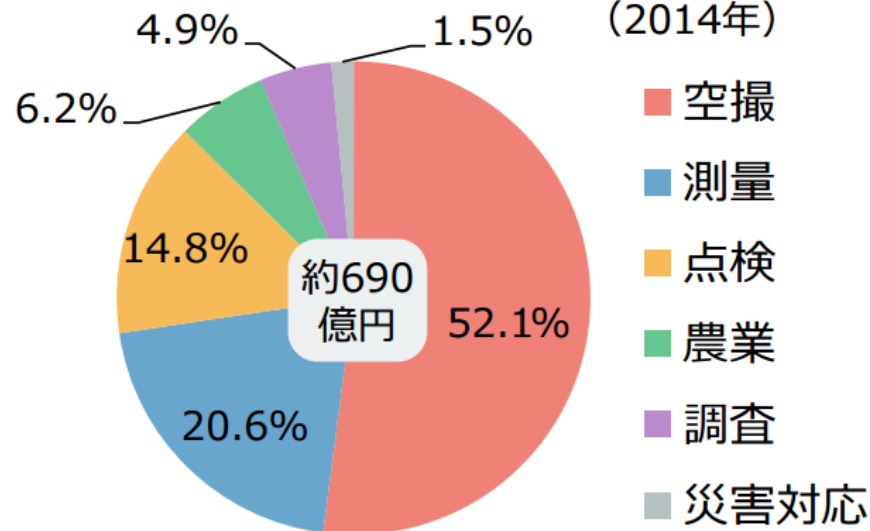
## 世界の売上高シェア

(2014年)



## 世界のドローン市場の用途別割合

(2014年)



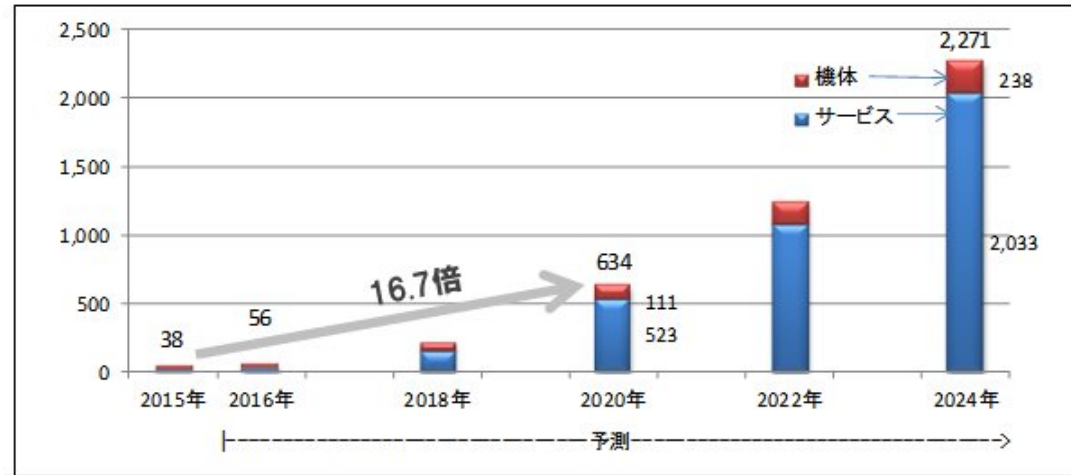
# ドローンにおける日本市場規模

## ドローンの市場(機体+サービス)

- ✓ 2020年には634億円に成長予測  
(2015年比約16.7倍の市場)
- ✓ 2024年には2,270億円以上と見込む
- ✓ 機体: DJI Phantom(中国)がリード
- ✓ サービス分野が拡大

## 国内のドローンビジネス市場規模の予測

(単位: 億円)



(シード・プランニング作成)

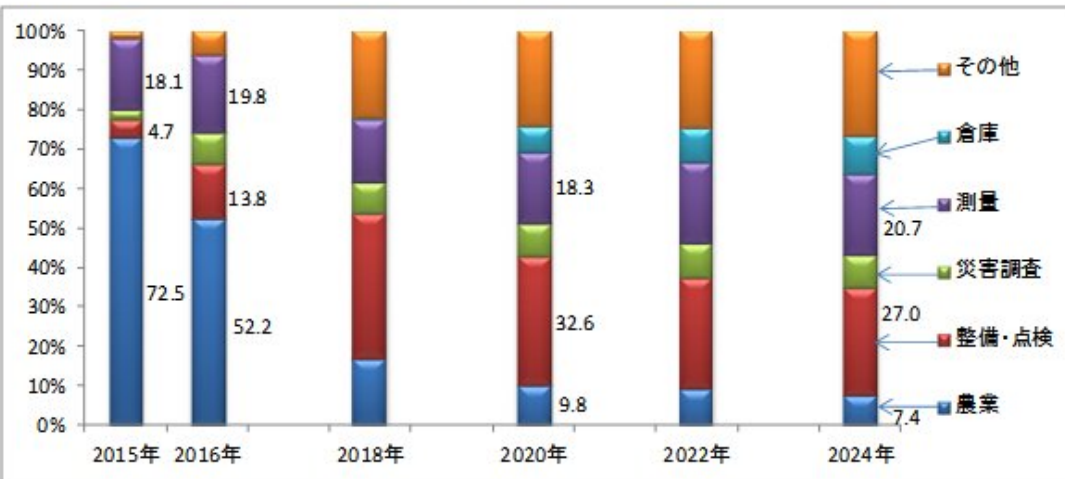
## ドローンサービス市場規模予測(構成比)

(単位: %)

## 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

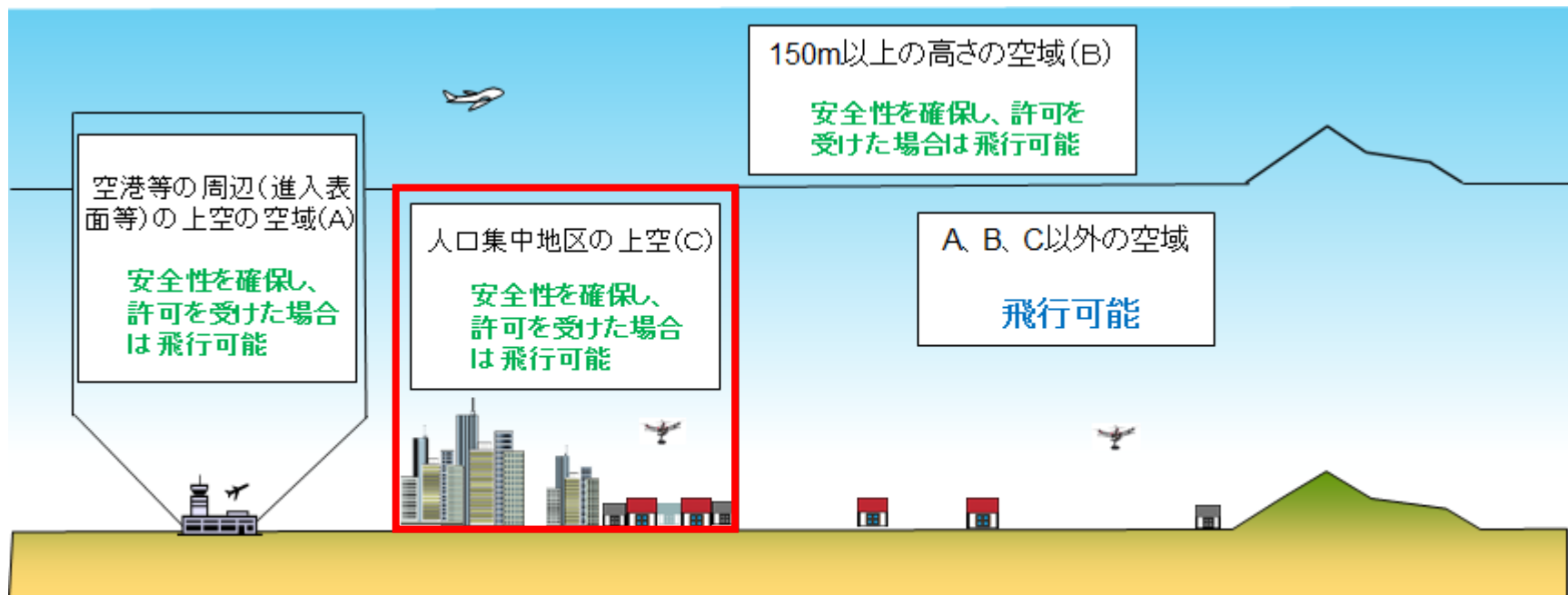


(シード・プランニング作成)

# 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、

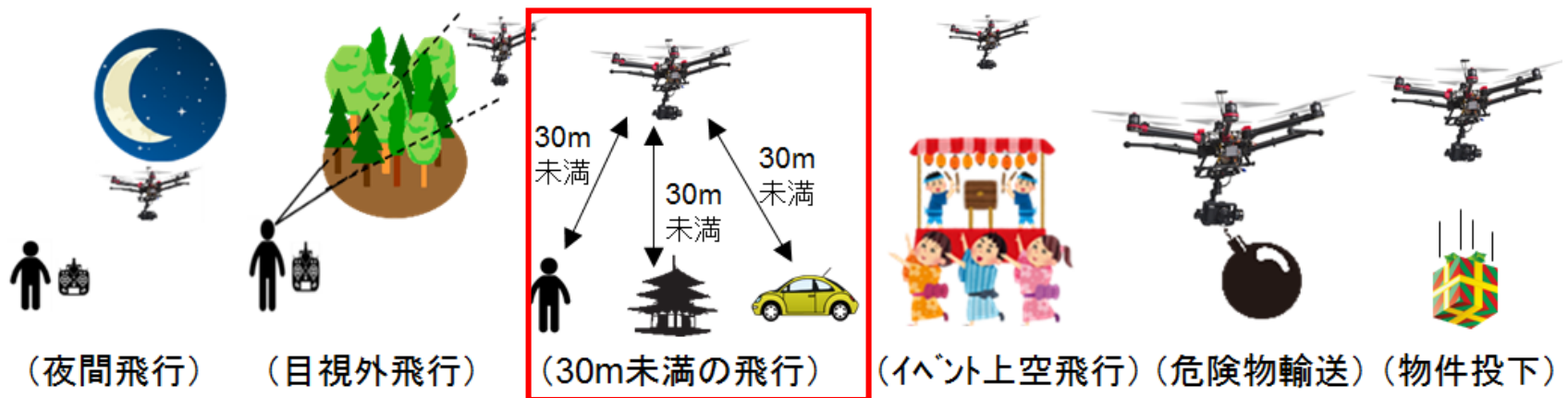
- ・航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、
- ・落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合

⇒ あらかじめ、**国土交通大臣の許可を受ける必要**がある。

# 無人航空機に係る航空法改正 (2015年9月に航空法を改正。12月10日より施行)

## (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)



# ドローンに関する我が国の取組状況

利用分野	民間企業等による取組	政府による取組
放送	<ul style="list-style-type: none"> <li>■放送コンテンツ制作事業者等</li> <li>・映画、コマーシャル、報道等の映像コンテンツ撮影に活用</li> </ul>	-
計測・測量	<ul style="list-style-type: none"> <li>■NEXCO東日本</li> <li>・ICT技術や機械化等により長期的な道路インフラの安全性を確保する「スマートメンテナンスハイウェイ構想」の一環として、ドローンを利用した橋梁点検等の実証を実施</li> <li>■コマツ</li> <li>・「スマートコンストラクション」サービスの一環で、ドローンを利用し工事現場の3次元測量データを作成</li> <li>■ALSOK</li> <li>・メガソーラ発電設備のパネル点検サービスへの導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○インフラ点検等への活用</li> <li>・内閣府：SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術</li> <li>・NEDO：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</li> <li>・国交省：次世代社会インフラ用ロボット技術・ロボットシステム現場検証</li> <li>○公共測量への活用</li> <li>・国交省：UAVIによる測量マニュアル・安全基準の整備</li> </ul>
監視・警備	<ul style="list-style-type: none"> <li>■セコム</li> <li>・自律型飛行監視ロボット「セコムドローン」の導入</li> </ul>	-
農業	<ul style="list-style-type: none"> <li>■セキュアドローン協議会（民間9社で構成）</li> <li>・ドローンを用いた画像取得・解析とクラウドプラットフォームを活用した精密農業の実証研究を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○生育状況把握への活用</li> <li>・農水省：精密センシングとモデリング技術による次世代農業生産のための基盤技術の開発</li> </ul>
物流	<ul style="list-style-type: none"> <li>■自律制御システム研究所</li> <li>・ドローン用発着場を設けた高層マンションにて宅配の実証事業を実施（千葉市特区事業）</li> <li>■KamomeAirプロジェクト</li> <li>・ドローンを利用した瀬戸内海の離島への物資輸送を実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○物流への活用</li> <li>・経産省：IoT推進のための新ビジネス創出基盤整備事業（無人航空機による安全な物流事業の実現に向けた実証）</li> <li>・国交省：無人航空機による貨物輸送実験の実施と事業化への課題整理・分析</li> </ul>
通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>■NICT/地方自治体</li> <li>・NICTと地方自治体が協力し、災害時における山岳地区との通信中継、携帯電話中継等の実証実験を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○無線中継への活用</li> <li>・総務省：無人航空機を活用した無線中継システムと地上ネットワークとの連携及び共用技術の研究開発</li> </ul>
環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>■公共団体、空撮事業者等</li> <li>・被災地画像の取得、火山観測・火山ガス計測等に活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○放射線計測への活用</li> <li>・JAEA：無人機を用いた放射線モニタリング技術の開発</li> </ul>

# ドローンに関する政府の取組状況 (2016年10月調査時)

	名称	設立年 (時期)	目的	構成員(長)
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。	内閣総理大臣(議長)
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	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。	座長 野波 健蔵 株式会社自律制御システム研究所 代表取締役
官公庁	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。	内閣官房副長官(議長)
官公庁	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。	内閣官房内閣審議官(議長)
官公庁	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。	内閣官房内閣参事官(議長)
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。	5つの専門部会から構成される。
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。	委員長 小宮山 宏 (株)三菱総合研究所理事長
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。	産学官関係者
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。	座長 鈴木 真二 東京大学大学院教授
経済産業省	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。	会長 村井 純 慶応義塾大学環境情報学部長・教授
経済産業省	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	座長 徳田 英幸 慶応義塾大学環境情報学部教授
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	浅間 一 東京大学大学院工学系研究科精密工学専攻教授
経済産業省	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。	
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。	座長 多賀谷 一照 独協大学法学部教授
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。	主査 谷川史郎 株式会社野村総合研究所理事長
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。	主査 國領 二郎 慶応義塾大学総合政策学部教授
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 (一社)農林水産航空協会	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。	座長 東 昭 東京大学名誉教授(航空工学)

# 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	dronecode japan Association	山口県産業ドローン協会
DroneJapan	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	

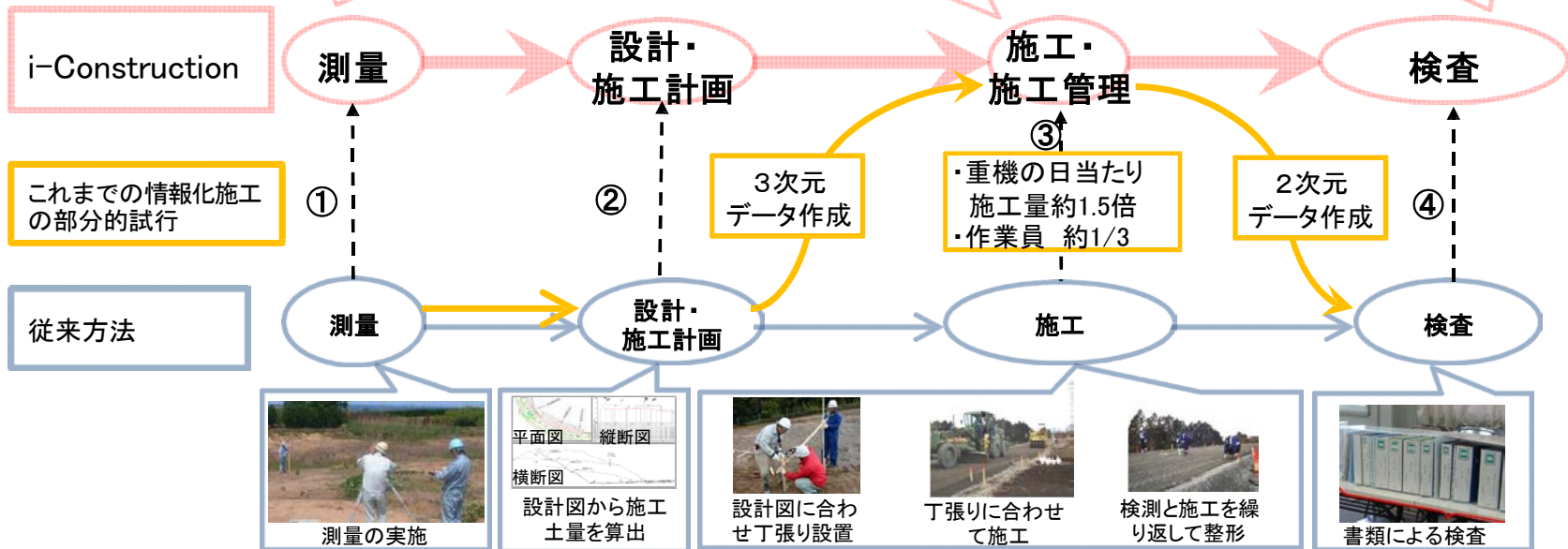
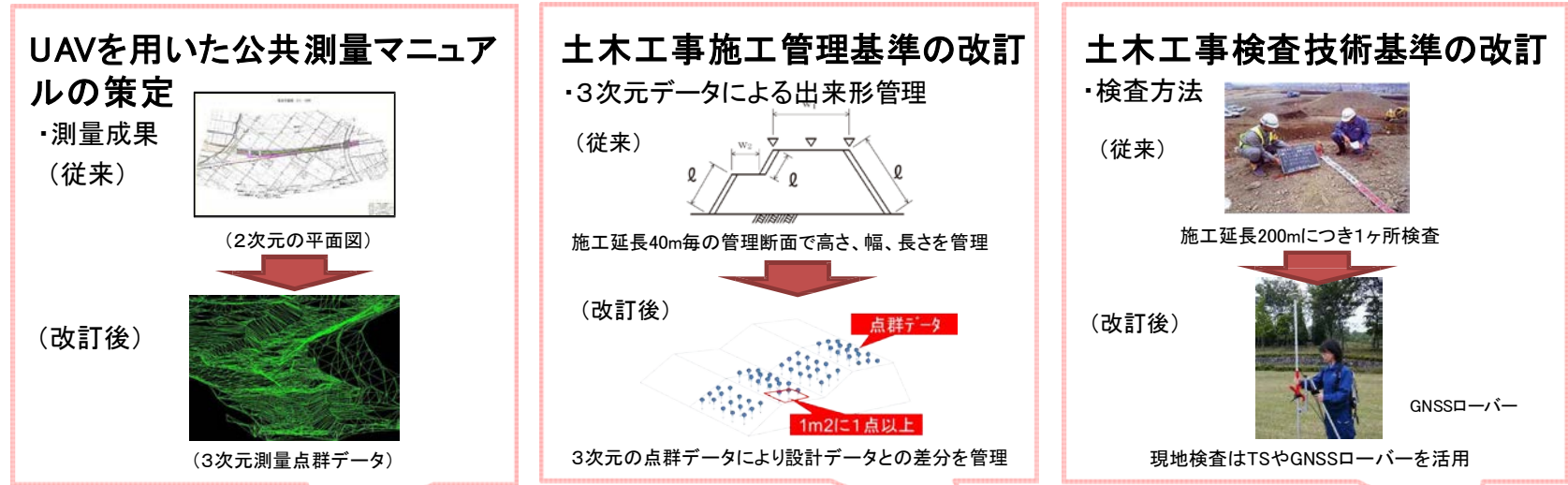
# 個別の利活用分野における小型無人機のロードマップ

		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	



土木分野でドローンは積極的に活用されている。建築分野では？

# 土木分野におけるドローンの活用状況 : i-construction



# 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(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

### ① UAV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

# 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:

UAVを建築分野で安全に活用するガイドラインを提示

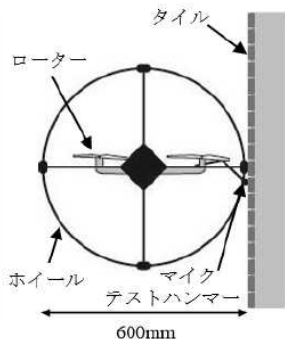
○活動期間: 2016年4月～2018年3月

○OWG開催: 4/28、5/27、7/29



出展先: 三信建材工業 石田敦則氏 「マルチコプター(SLAM機)の技術を活用した新たなインフラ点検の提案」

DJI Phantom4(建研保有)



出典先: 名古屋工業大学大学院 河辺研究室 AIJ2015年度東海支部研究集会投稿「マルチコプターを用いた外壁タイル仕上りの打音検査」より

## <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
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
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)

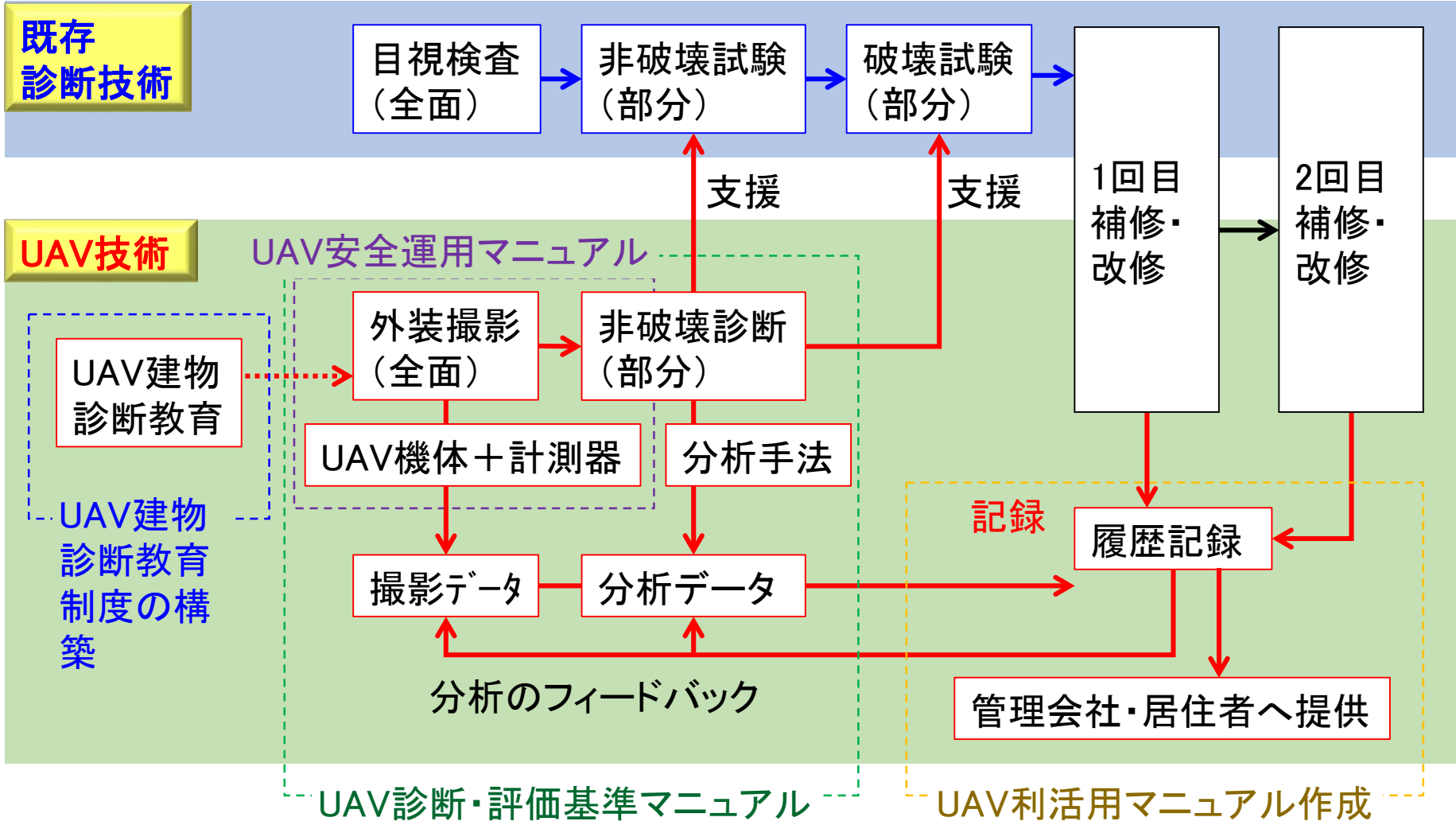
# 日本建築学会・UAVを活用した建築保全技術開発WGの検討項目

SWG	検討項目	検討時期(目標)		
		H28	H 29	H30
情報収集	<ul style="list-style-type: none"> <li>・UAV並びに建築外装診断に係る技術情報収集</li> <li>・法的基準の情報収集</li> <li>・海外UAVの動向, 関連規格の情報収集</li> </ul>	○	○	○
研究体制	・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	・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"> <li>・建築外装診断方法の技術</li> <li>・診断結果の分析技術</li> <li>・建築補修・改修の履歴保存技術</li> </ul>	○	○	○
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)			



# UAVを活用した建築保全技術(案)

★ポイント:既存建築診断技術に対して支援可能なUAV技術の提案



# 建築分野においてドローンを活用するための判断基準とは？

(調査したイメージ)

## 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(規制、ドローン性能発揮難、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  
診断精度  
コスト  
...

手段の選択・向上

# UAVを活用した建築保全技術(案)

## 建物外壁変状を対象とした調査手法※

評価項目		人		人+ ドローン	ドローン		
		足場なし	足場あり	ワイヤー ロープ型	マニュアル飛行型		自律飛行 型
					二輪型	自由型	
プライバシー		○	○	△	×	×	×
安全性(人命)		○	○	○	×	×	△
調査 対象	建物全体調査	×	△	△	△	○	○
	建物部位調査	×	△	○	○	○	○
	近接点検調査	○	○	△	○	△	○
データ取得信頼性(自律性)		○	○	△	△	×	○
コスト		○	×	△	△	△	△

※本評価は宮内個人によるものであり、今後関係者と詳細に検討する予定。

□: メリットとなる判断要素 □: デメリットとなる判断要素

# 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(風速の影響高い)
	部位形状	規則的な形状が多い	不規則な形状が多い
	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	受信不能の場合がある

重要な検討項目

建築へ応用可能

# 建築分野におけるドローン活用ロードマップ

(※私的判断のため関係者と今後検討)

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」をベースにした  
建築分野におけるドローン活用ロードマップ

		現在～	2017年～	2018年頃～	
近隣住民・居住者対応	利活用	ドローン飛行時のプライバシー・安全性・騒音問題等のアンケート調査による情報収集		実現場(人が介在)での実証実験	
	技術開発	プライバシー	近隣住民・居住者へのドローン飛行での心理的負荷低減対策		実現場(人が介在)での実証実験
		安全性	建物診断時の近隣住民・居住者への飛行経路告知及び落下安全対策		実現場(人が介在)での実証実験
		騒音問題	建築側での騒音対策、低騒音型ドローン技術開発		実現場(人が介在)での実証実験
		情報収集	近隣住民・居住者のためのドローン活用を前提とした情報取得技術の開発・実証		
	整備環境	運用ルール	人を考慮した利活用と運用ルール検討		
		性能評価基準	評価項目の検討	順次、各用途について策定	
建物維持管理	利活用	実構造物(低層住宅)における実証	実構造物(中高層建物)における実証		
	技術開発	データ取得技術	建物の劣化箇所等に対する全面画像データ取得の開発	高精度のデータ検出及び記録システムの提案及び現場への導入	
		飛行制御技術	安定して建築物の点検作業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	
	整備環境	性能評価基準	評価項目の検討	ドローン診断・評価基準マニュアルの作成、順次、各用途について策定	
変状計測	利活用	既存診断技術の調査並びにドローンによる診断技術の利活用マニュアル作成		現場への利活用の推進	
	技術開発	変状計測等の技術開発	空中写真測定、三次元データ整備	UAVを用いた診断で使用する測量機器の拡充(打音検査等)、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		
	整備環境	変状計測等の環境整備	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	
		ドローン建物診断士育成	建築分野に特化したドローン操縦及び建物診断が可能な技術者の育成		

※青字: 土木分野と異なる項目

# 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行う。
- ・調査時期: 2016年6月下旬～7月下旬



# ドローンによる建物劣化調査の実施概要

## (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

- ・ドローン側: 飛行経路と計測時間
- ・建築側: 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

# ドローンによる建物劣化調査の状況



DJI Phantom4 ※1



GPS機 ※2



SLAM 機: 自律飛行型UAV ※3



※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)

※2、3: ドローン機体及び撮影協力: 三信建材工業(株)



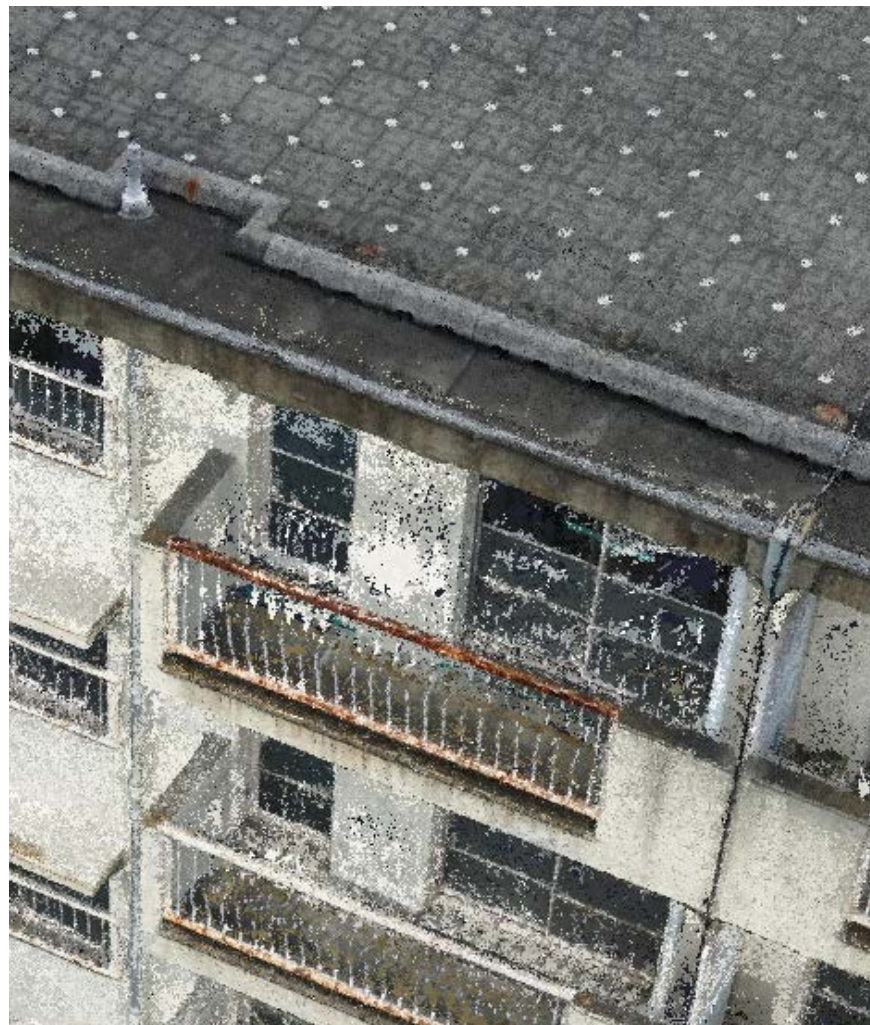
# ドローンによる画像撮影と3次元点群モデル



↓ 2D写真



3D点群モデル(建物全体)



3D点群モデル(建物詳細)