

国土地理院による UAVの取組と最新動向

第45回国土地理院報告会

平成28年6月8日

国土地理院基本図情報部 地図情報技術開発室長

中村 孝之

本日の内容

1. 無人航空機(UAV)とは
2. 国土地理院によるUAVを活用した災害調査事例
3. UAVの測量での活用について
4. 国土地理院ランドバードについて

1. 無人航空機(UAV)とは
2. 国土地理院によるUAVを活用した災害調査事例
3. UAVの測量での活用について
4. 国土地理院ランドバードについて

3

無人航空機(UAV)とは

- 無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle 通称ドローン)
 - 空撮、災害調査、施設点検、農業分野など、様々な分野で活用。
 - 測量分野でも期待大。公共測量などでも活用され始めている。
- 回転翼型(マルチコプタ型)



- 固定翼型



4

- ・ 低空から詳細な画像が撮影できる



5

- ・ コースを設定して自動操縦、自動撮影ができる



コース撮影が必要な測量では必須の機能

6

・ FPV(First Person Viewing)による遠隔操縦



操縦者がいる場所(1500m遠方)

FPV: UAVに取り付けたカメラの画像を上空から地上に無線で伝送する装置。

7

※目視外飛行を行う場合は、航空法に基づき、国土交通大臣の承認が必要。

本日の内容

1. 無人航空機(UAV)とは
2. 国土地理院によるUAVを活用した災害調査事例
3. UAVの測量での活用について
4. 国土地理院ランドバードについて

➤ 災害調査でのUAVの活用実績

(1) 固定翼型UAV

- ・西之島(東京都小笠原村)
 - ・口永良部島(鹿児島県屋久島町)
- の火山活動状況調査に活用

(2) 回転翼型UAV

- ・平成27年9月関東・東北豪雨
 - ・平成28年熊本地震
- による被害状況調査等に活用

- 災害調査結果(撮影した画像、計測値等)は関係機関に速やかに提供するとともに一般にも公表

UAVによる西之島の撮影

- 固定翼機により、計5回撮影(H26年3月・7月、H27年3月・7月、H28年3月)
- 西之島の東方約130kmの父島を基点に撮影



斜方視撮影



2015/3/1撮影

直下視撮影

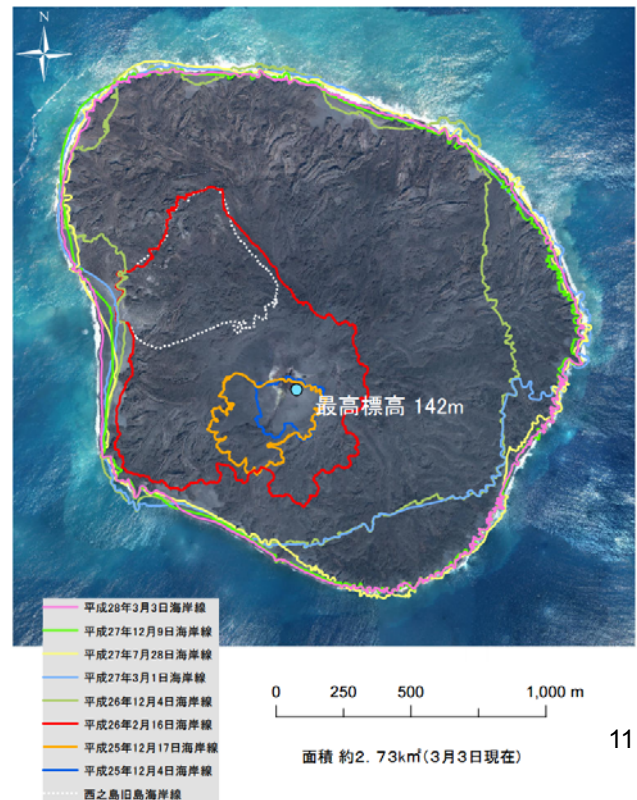


撮影に使用したUAV

全長2.2m×全幅2.8m 直下視、斜方視用の2台のカメラ搭載
巡航速度120km/h、航続距離約500km

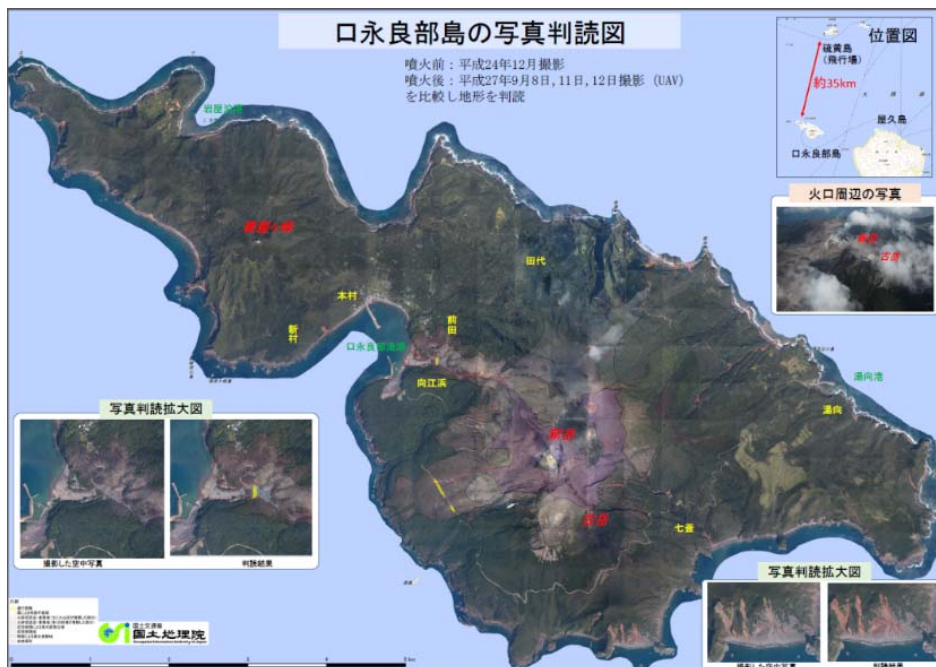
- 大量のオーバーラップ写真から三次元モデルを作成
- 三次元モデルから、オルソ画像やDEM(2.5mメッシュ)を作成
- 最高標高や面積、体積を計測(平成28年3月3日撮影分による計測)
 - ・新たな陸地の面積(参考値)
:約2.73km²
 - ・最高標高(参考値)
:約142m
 - ・新たに噴出した溶岩等の海面上の体積(参考値)
:約8,721万m³

西之島正射画像(平成28年3月3日撮影)
海岸線の変遷(2013.12.4~2016.3.3)



UAVによる口永良部島の撮影

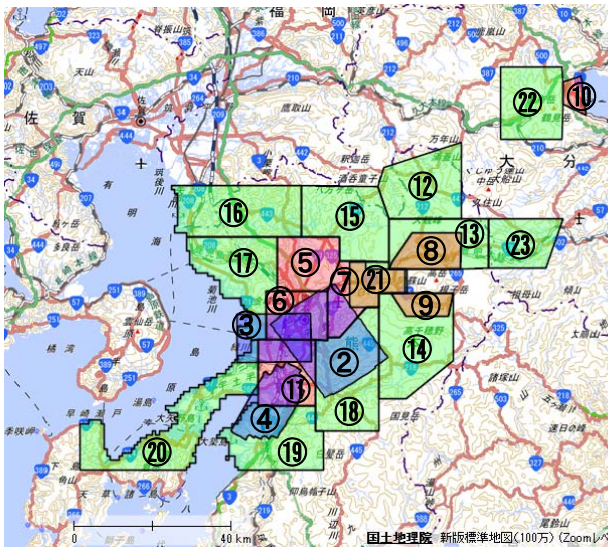
- 平成27年5月29日の噴火後、固定翼機により7月と9月に撮影
- 口永良部島の北方約35kmの硫黄島を基点に撮影
- 噴火の危険性のため有人航空機が上空を飛行できない中、無人機の利点を活かして撮影を実施



- 平成27年9月関東・東北豪雨による9月10日の鬼怒川破堤箇所（茨城県常総市）を破堤から4時間後に撮影。
- 破堤箇所の対岸から救助ヘリの飛んでいない鬼怒川の水面上を低空（高度約10m）で飛行させて撮影。
- 撮影した映像は当日関係機関に配布し、国土地理院のページからも公開。



緊急撮影実施区域図



くにかぜⅢによる直営撮影及び（公財）日本測量調査技術協会との協定撮影により、約1万枚撮影（20cm解像度）

撮影日	撮影地区	写真公開日	オルソ公開日	
4/14	21:26 地震 (M6.5 最大震度7) 発生			
4/15	① 熊本県益城地区	熊本市、八代市、宇土市、宇城市、美里町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町	4/15	-
	② 熊本県益城地区	熊本市、八代市、宇土市、宇城市、美里町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町	4/16	4/16
	③ 熊本市南区地区	熊本市、八代市、宇土市、宇城市、美里町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町	4/16	4/16
	④ 熊本県宇城地区	熊本市、八代市、宇土市、宇城市、美里町、菊陽町、西原村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町	4/16	4/16
4/16	01:25 地震 (M7.3 最大震度7) 発生			
	⑤ 合志地区	熊本市、八代市、山鹿市、菊池市、宇土市、宇城市、阿蘇市、合志市、美里町、大津町、菊陽町、高森町、西原村、南阿蘇、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、別府市、日出町	4/17	4/17
	⑥ 熊本中央地区	熊本市、八代市、山鹿市、菊池市、宇土市、宇城市、阿蘇市、合志市、美里町、大津町、菊陽町、高森町、西原村、南阿蘇、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、別府市、日出町	4/18	4/18
	⑦ 西原地区	熊本市、八代市、山鹿市、菊池市、宇土市、宇城市、阿蘇市、合志市、美里町、大津町、菊陽町、高森町、西原村、南阿蘇、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、別府市、日出町	4/17	4/17
	⑧ 阿蘇地区	熊本市、八代市、山鹿市、菊池市、宇土市、宇城市、阿蘇市、合志市、美里町、大津町、菊陽町、高森町、西原村、南阿蘇、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、別府市、日出町	4/17	4/17
	⑨ 南阿蘇地区	熊本市、八代市、山鹿市、菊池市、宇土市、宇城市、阿蘇市、合志市、美里町、大津町、菊陽町、高森町、西原村、南阿蘇、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、別府市、日出町	4/17	4/17
	⑩ 別府地区	熊本市、八代市、山鹿市、菊池市、宇土市、宇城市、阿蘇市、合志市、美里町、大津町、菊陽町、高森町、西原村、南阿蘇、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、別府市、日出町	4/17	4/17
⑪ 宇土地区	熊本市、八代市、山鹿市、菊池市、宇土市、宇城市、阿蘇市、合志市、美里町、大津町、菊陽町、高森町、西原村、南阿蘇、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、別府市、日出町	4/16	4/17	
4/17 ~ 19	17日 降雨 18、19日 最大震度5強の地震発生			
4/19	⑫ 小国地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/20	4/20
4/20	⑬ 阿蘇2地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/21	4/22
	⑭ 南阿蘇2地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/20, 21	4/20, 21
	⑮ 菊池地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/21	4/24
	⑯ 山鹿地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/21	4/22
	⑰ 玉名地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/22	4/24
	⑱ 御船地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/24	4/24
	⑲ 八代地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/21	4/22
	⑳ 天草地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/22	4/24
	㉑ 西原2地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/21	4/21
	㉒ 湯布院地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/21	4/21
	㉓ 竹田地区	大牟田市、柳川市、みやま市、熊本市、八代市、荒尾市、玉名市、山鹿市、菊池市、宇土市、上天草市、宇城市、阿蘇市、天草市、美里町、玉東町、南関町、長洲町、和水町、大津町、菊陽町、南小国町、産山村、高森町、西原村、南阿蘇村、御船町、嘉島町、益城町、甲佐町、山都町、氷川町、五木村、別府市、日田市、竹田市、杵築市、宇佐市、豊後大野市、由布市、日出町、九重町、玖珠町	4/21	4/21

平成28年熊本地震の被災箇所の空中写真撮影 国土地理院

- 撮影した空中写真や作成したオルソ画像は、関係機関に速やかに提供するとともに、国土地理院のページから公開。
＜主な活用事例＞
 - 行方不明者捜索時の参考資料（警察・消防・自衛隊）
 - 家屋や土砂崩壊による被害状況の把握（TEC-FORCE等）
 - がれき除去（環境省）
 - 罹災証明発行時の現況資料（熊本県） 等
- 国土地理院は国土を周期的に撮影。画面上で被災前の空中写真と容易に比較可。



平成28年4月16日撮影

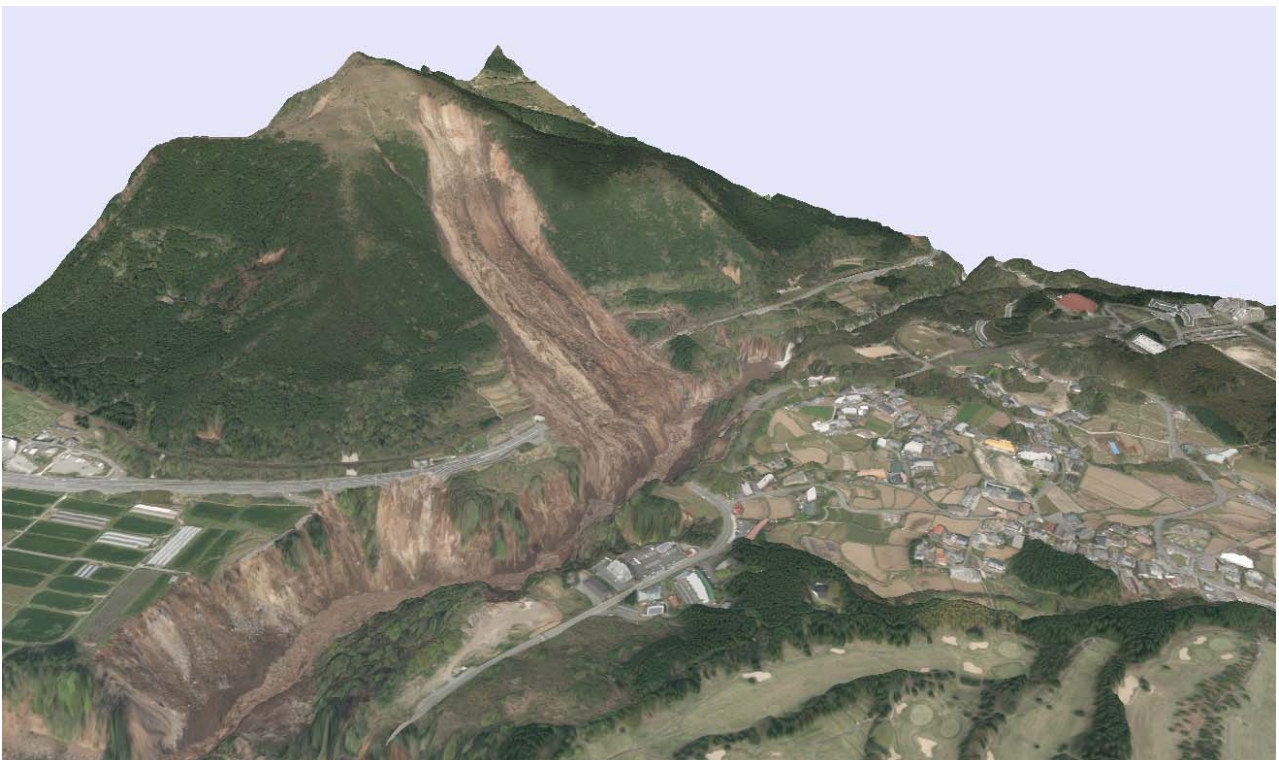
平成25年撮影

スライダーで被災前後の画像の境目が移動

15

平成28年熊本地震の被災箇所の空中写真撮影 国土地理院

- 数値標高モデルを使用した立体地図も閲覧可。



阿蘇大橋周辺(南阿蘇村立野)の土砂災害箇所(平成28年4月16日撮影の空中写真を使用)

16

UAVによる平成28年熊本地震の被災箇所の撮影(その1) 国土地理院

- 4月16日から18日まで、土砂崩壊現場や地表地震断層等を撮影。
- 撮影した映像は当日関係機関に配布し、国土地理院のページからも公開。



阿蘇大橋周辺(南阿蘇村立野)の土砂災害



山王谷川(南阿蘇村大字長野)の土砂災害



南阿蘇村河陽周辺の地表地震断層



益城町下陳周辺の地表地震断層

17

UAVによる平成28年熊本地震の被災箇所の撮影(その2) 国土地理院

- 熊本市の要請に基づき、5月11日～13日まで熊本城の石垣等の被災箇所を撮影。
- UAVにより、低空で高解像度画像が撮影可。真横からも撮影可。
- 調査結果は熊本城の応急対策、復旧計画の基礎資料として活用される。



天守閣の石垣



天守閣の石垣と建物の間



作業の様子



飯田丸五階櫓



南大手門



奉行丸

18

1. 無人航空機 (UAV) とは
2. 国土地理院によるUAVを活用した災害調査事例
3. UAVの測量での活用について
4. 国土地理院ランドバードについて

従来の空中写真測量との相違点

● 有人機とUAVの主な相違点

- 撮影する高度の違い
- カメラの違い
- 位置姿勢センサ (GNSS/IMU) の有無



くにかぜⅢで撮影
(PENTAX645Z)
航空カメラはUCXを搭載
+GNSS/IMU搭載



UAV (S900) で撮影
(LUMIX GH4)



撮影高度 : 2796m
地上画素寸法 : 20cm
カメラ : 航空カメラ (UCX)



撮影高度 : 130m
地上画素寸法 : 約3cm
カメラ : 市販カメラ (SONY α6000)

撮影高度の違い



地上画素寸法の違い



航空カメラは使えない

機体ペイロードに依存

小さくて軽いもの



航空カメラ(UCX)
(本体重量55kg)

● 改正航空法

→平成27年12月10日施行

「無人航空機」を明確に位置づけ、自由に飛行できる空域を制限

* 航空法上の「無人航空機」とは、構造上人が乗ることができない機器であって、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの。ただし、重量(機体本体の重量とバッテリーの重量の合計)200g未満のものについては、「無人航空機」には該当しない。

● 小型無人機等飛行禁止法(国会議事堂、内閣総理大臣官邸その他の国の重要な施設等、外国公館等及び原子力事業所の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁止に関する法律)

→平成28年4月7日施行

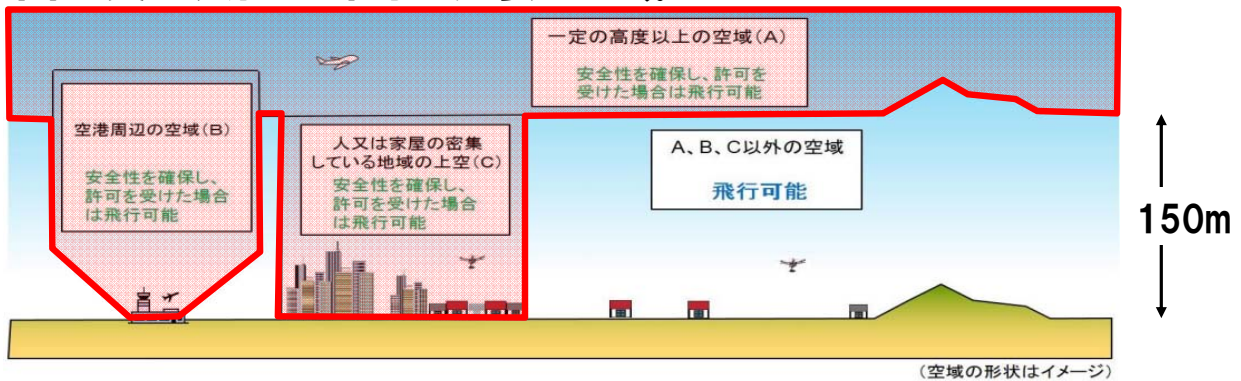
重要な施設等とその周辺地域の上空の飛行禁止

● 条例等

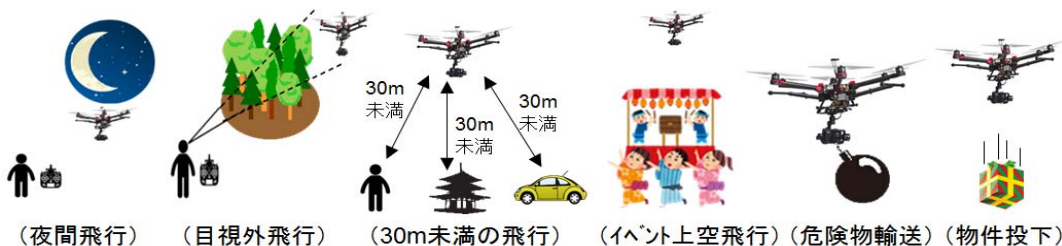
改正航空法の概要

● 国土交通大臣の許可が必要な空域

(航空局WEBサイトより)



● 国土交通大臣の承認が必要な飛行方法



● ただし、事故や災害時の国や地方公共団体による捜索、救助等の緊急性がある場合は適用除外

- 公共測量等におけるUAVの需要が増加。
UAVの測量での利用に際しては、関係法令を遵守した上で、安全管理、操縦技術、精度管理が重要。
- 国土地理院は、UAVで円滑かつ安全な測量ができるよう、
 - ①「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」
 - ②「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」を作成し、3月30日に公表 <http://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/index.html>

①「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を用いて測量を行う場合の精度確保のための基準や作業手順等を規定
- 写真測量及び地形測量を行うための「UAVを用いた空中写真測量」、工事測量(i-Constructionに係る測量)にも活用可能で、応用測量を行うための「UAVを用いた空中写真による三次元点群測量」から構成

②「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」

- 作業機関がUAVを用いた測量作業を安全かつ円滑に実施できるよう遵守すべきルール等を規定
- 使用する機器等の条件、運行体制の整備、作業従事者への教育など平時の対応、計画策定、居住者への説明などの運行前の対応、運行直前の確認事項や運行中止の条件など運行作業現場での対応など、場面ごとに必要な事項について規定

25

UAVによる測量のための精度検証

精度の確保に必要な要件について調査を実施。

① 国営ひたち海浜公園(茨城県)での精度検証(平成26年度)



- 写真の重複度(オーバーラップ率、サイドラップ率)が精度に与える影響を検証
- 回転翼型UAVで検証を実施

② 鹿部飛行場(北海道)での精度検証(平成27年度)



- 標定点(地上基準点)の配置方法が精度に与える影響を検証
- 回転翼型UAVと固定翼型UAVで検証を実施

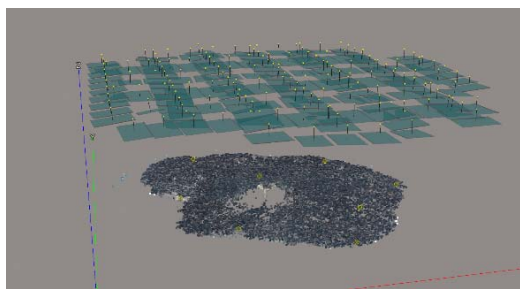
26

(前提)高精度なカメラやセンサは使用できない



新技術の導入 (SfM/MVS)

SfM=Structure from Motion MVS=Multi View Stereo
 カメラの位置・向きと撮影対象の3次元形状を同時に復元するコンピュータビジョン(CV)の技術



重複させながら撮影した写真群から

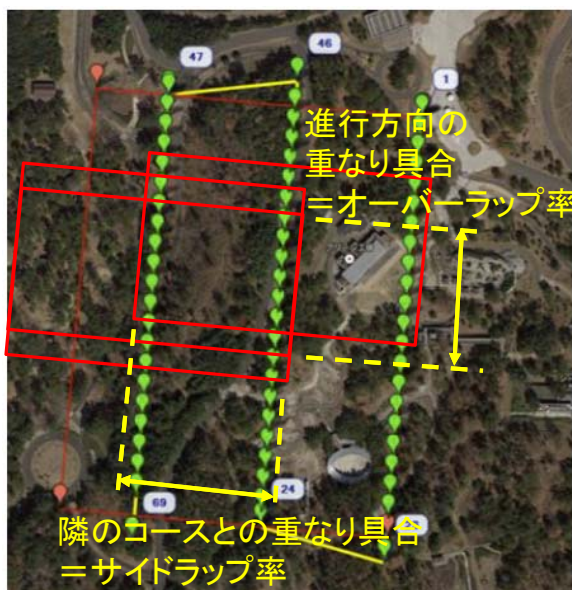


三次元形状を復元

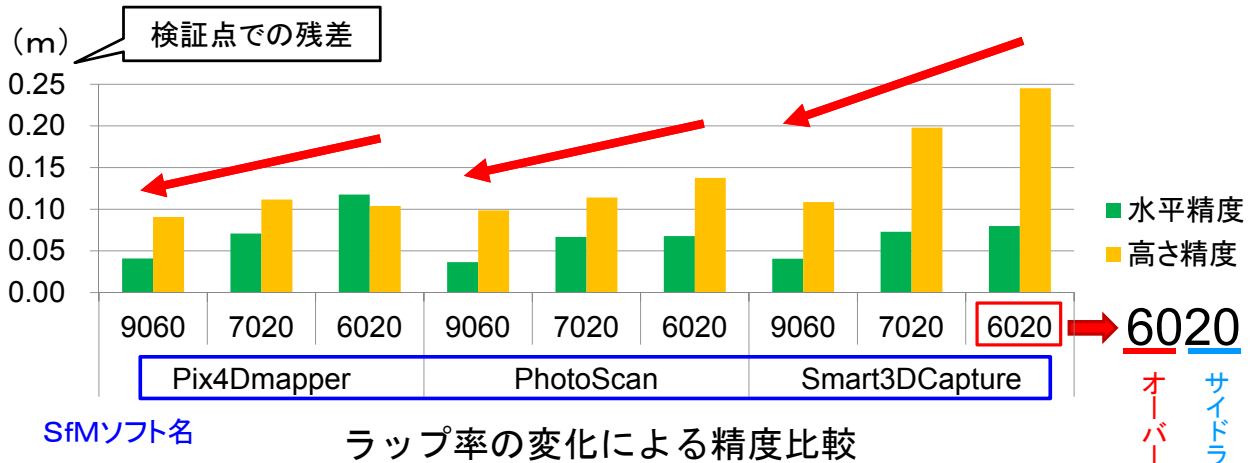
写真の重複度が精度に与える影響の検証

● SfMでは撮影方法が精度に大きく影響する

➤ H26 国営ひたち海浜公園(茨城県)での検証



※写真の地上画素寸法は約3cm



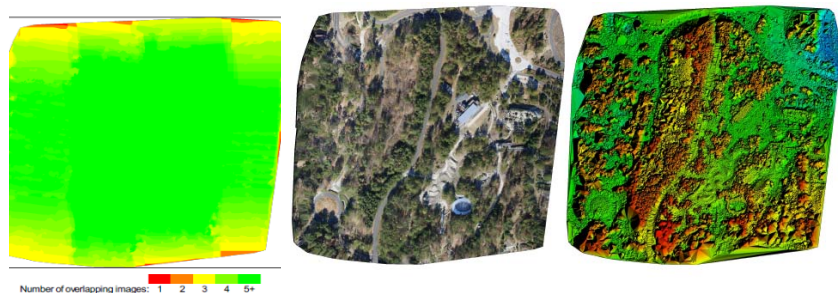
重複度(ラップ率)が高いほど精度もよい

- 「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」の「UAVを用いた空中写真による三次元点群測量」では、オーバーラップ90%、サイドラップ60%を標準とした。

精度を良くするための撮影方法

1つの点が4枚以上の写真に写るように撮影する。

オーバーラップ90%
サイドラップ60%



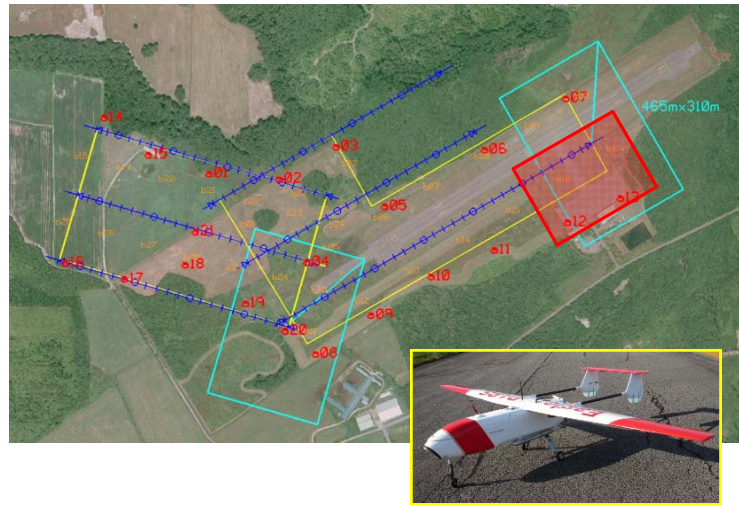
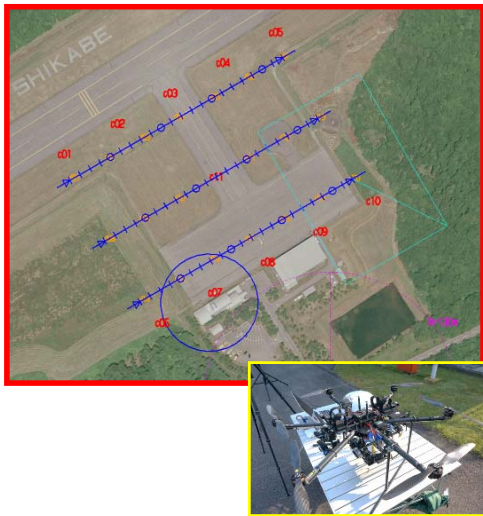
オーバーラップ70%
サイドラップ20%



オーバーラップ60%
サイドラップ20%

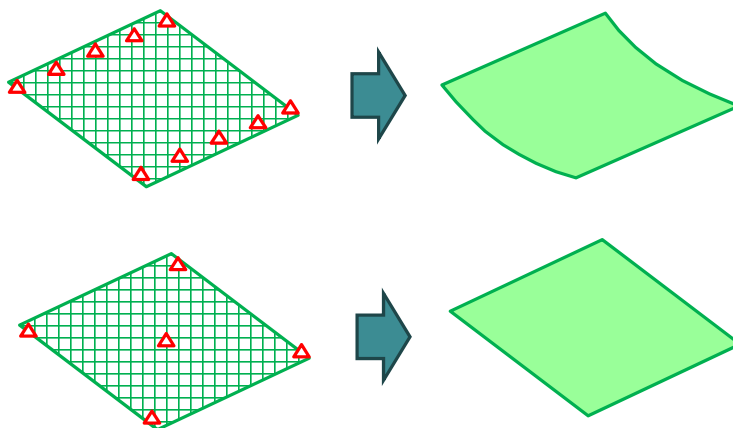


- SfMでは標定点の配置方法も精度に影響する
 - H27 鹿部飛行場(北海道)における検証



域内に地上基準点・検証点を約90点配置

31



このように標定点を10点置いてSfM処理すると、3次元モデルが反った。

このように標定点を5点置いてSfM処理すると、良好な3次元モデルに。

数だけでなく配置も精度に影響する

- 「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」の「UAVを用いた空中写真による三次元点群測量」では、標定点及び検証点の点数、配置方法を定め、精度確認を行うこととした。

1. 無人航空機(UAV)とは
2. 国土地理院によるUAVを活用した災害調査事例
3. UAVの測量での活用について
4. 国土地理院ランドバードについて

国土地理院ランドバードの発足

UAV活用のための院内横断組織として、平成28年3月16日に発足

平常時:技術力の確保と向上

- ・i-Constructionへの対応
- ・公共測量への助言

災害時:緊急撮影と情報提供



国土地理院ランドバード(GSI-LB)

●緊急撮影にも対応できる高度な技術

- ⇒ 安全管理
- ⇒ 操縦技術
- ⇒ 精度管理

本院(つくば市)のみでなく
全国の地方測量部等に順次展開




注視・連携

民間における様々な取り組み・技術開発

2014/10

ランドボード発足(2016/3/16)

2年後(目標)

準備フェーズ	全国展開を2年以内を目指す	全国で運用
<p>技術開発として先行的に取組んだ期間</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全管理方法 ・操縦訓練の流れ ・測定の精度確保  <p>試行錯誤を重ね適切な運用体制を調査・検討</p> <p style="text-align: center;"> ↑ 注視 ↓ 情報交換 </p> <p>民間・地整での検討状況</p>	<p>先行地測と本院で課題抽出しつつ → 半年後をメド → 全国の地測で取組に着手</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;"> <p>ランドボードの主な取組内容</p> <p>【操縦・安全管理技能の取得・向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用マニュアル・訓練カリキュラムの策定 ・独自の操縦ライセンス認定 → A級、B級の2段階。検定により認定 <p>【指導・助言できる技術力の取得・向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・UAVに関する研修 → 外部講師の招聘を含め、運用・整備に必要な知識を習得 ・UAVを用いた測定の精度確保策の周知 → 公共測量用マニュアルの普及活動 ・UAVを取り巻く新技術の調査・研究 </div>	<p>★技術と経験に裏打ちされた実戦的な指導・助言</p> <p>★緊急撮影</p> <p>(イメージ)</p>  <p>i-Constructionへの対応</p>  <p>災害時の緊急撮影の実施</p>

35

訓練に使用する回転翼型UAV

- ・ 電動モータ搭載
- ・ 自律飛行能力
- ・ FPV(映像伝送が可能であること)
- ・ 3840×1920ピクセル程度が撮影できるカメラが搭載できること



DJI S900
(最大離陸重量約8kg)



DJI Phantom 3
(機体は約1.3kg)



初期練習用のマルチコプタ
(おもちゃ 機体は約50g)

36

運用しながら必要に応じて改訂。
最新のものでは以下のような基準がある。

- 飛行範囲＋緩衝範囲を設け、関係者以外立ち入らない
 - 関係者はヘルメット着用
 - 操縦者の操縦への専念義務、補助者による周辺監視
 - 飛行前点検と飛行後の確認の徹底(チェックリスト)
 - 運用の制限
 - 平均風速5m/sを超える場合は飛ばさない
(※強風訓練時のみ、10m/s程度でも飛ばす)
 - 操縦者ライセンスの設定(A級、B級)
 - 検定内容を定め、操縦技能の試験を実施
- ※いざというときは、緩衝範囲内に墜落させる。

地理院内ライセンス取得のための操縦訓練

ライセンス種別	B級	A級
目的	基本的な操縦スキルを身につけること	想定できない状態でも、冷静に対応できるようにすること
使用する機器	おもちゃのマルチコプター	Phantom
気象条件	無風(屋内)	5m/s以上の強風時にも訓練
主な検定項目	<ul style="list-style-type: none"> • 一定距離の位置まで安定して上昇 • 正面・対面・横向きでの安定したホバリング • 旋回及び8の字飛行 • 直径1mの円内に安定して降下し、着陸できること 	<ul style="list-style-type: none"> GNSSを使わない操縦モードで、 • 高度30m・距離30mの位置まで安定して上昇 • 安定した旋回及び8の字飛行 • 平均風速おおむね10m/sで、正面・対面・横向きでホバリング • 平均風速5m/sで、直径1mの円内に安定して降下し、着陸 • FPV機能で、ある目標物を画面中心に据えたまま、目標物からの距離を維持しながら周囲を回るように飛行



屋内での練習風景

- UAVは災害対応などで有用。有人航空機による撮影を補完(機動性が高く、狭い範囲を対象に、低空から詳細な画像を短時間で取得可)。
- 公共測量等で利用できるマニュアル類が公開。
- UAVは技術の進歩が早く、UAVを取り巻く社会情勢も変化するため、注視が必要。
- 国土地理院では、UAVを活用した災害対応や公共測量への助言等を適切に行うため、国土地理院ランドバードを立ち上げ。操縦・安全管理技能、指導・助言できる技術力の取得・向上を行い、2年以内に全国で運用。