

UAV を用いた端島遺構状況記録

木本啓介*・西村正三*・松田浩*

1. 概要

筆者らは2010年より、「軍艦島（端島）」を対象に、3Dレーザスキャナ・UAVの画像を用いた写真測量解析などの光学的計測技術を用い、護岸構造物等の現状把握を行ってきたが、写真測量による3D形状の復元に多大な時間を要していた。しかし、近年の画像処理技術の進歩やPCの性能向上により、SfM（Structure from Motion）を用いることで、複雑な構造物の3D化が容易となった。2014年には長崎市の協力の下、UAVを用い、島を形成する構造物全ての3D化を行った。

2. UAVの概要

撮影に使用したUAV・カメラの諸言を下表に示す。UAVは一眼レフカメラが搭載可能なマルチコプターUAV（HEXApro4）であり、1度に10分程度飛行が可能である。搭載したカメラは、Canon EOS kiss X7でインターバル撮影により1秒に1度シャッターを切った。

表1 UAVの仕様

	機体重量	3.0kgf
	搭載重量	3.5kgf
	対風安定性	10m/s
	飛行時間	~10分
	プロポ周波数	2.4GHz
	プロポ空中電力	10mW

表2 カメラの仕様

	名称	EOS kiss X7
	メーカー	Canon
	撮像素子	約22.3×14.9mm
	画素数	18MP 5184*3456
	焦点距離	20mm
	質量	約407g

3. 撮影結果

撮影した内容を表3に示す。島全体をSfMにより3D化し、構造物の劣化状況を把握するため目標解像度を10mm~20mm/pixと設定し、高度約50mの地点より、島全体を隣接画像が70%程度ラップするよう連続的に撮影した。主要建物は、より詳細な状況保存のため、目標解像度を5mm/pixとした。（図3）

表3 UAVによる撮影内容

撮影対象	特記事項	撮影枚数
護岸回り	護岸+島内部が一枚の画角に収まるよう撮影	約1000枚
島全体	SfMによる画像撮影 ①とラップし、島全体の3D化	約2000枚
65号棟~ 小学校壁面	損傷把握+SfMによる3D化 正対撮影と3D化のための撮影	約3000枚
日給社宅	損傷把握+SfMによる3D化 正対撮影と3D化のための撮影	約6000枚
30号棟壁面	損傷把握+SfMによる3D化 正対撮影と3D化のための撮影	約2000枚

3. 画像解析結果

SfM技術は、画像内の特徴点から共通点を逐次判別し、カメラの3次元位置を特定することで少ない基準点からでも対象構造物の表面形状をリアルな高密度データとして取得できる技術である。UAVで島全体を格子状に平面撮影した画像、護岸を外側から撮影した画像、主要建物の周囲を撮影した画像から、SfM技術によりマッピング付きの3Dモデルを生成した。（図3.4.5）当プロジェクトでは、撮影画像14,000枚のうち精選した約2,000枚の画像をSfM解析に使用した。

4. モニタリングへの活用

UAVはGPSを用いた自動飛行も可能なため、定期的な同じルートを飛行させ、SfMにより生成したモデルを用いて劣化状況の把握、経年変化の有無などをPC上で安全に確認することが可能となる。図6に2012年と2014年の2時期に撮影した画像から生成したモデルの比較により抽出できた変状箇所を示す。

5. まとめ

世界遺産登録へ向けて、現状をより詳細に記録することで、軍艦島の今を把握しておく必要があり、このような光学的計測手法を用いた調査を経年的に実施できれば安全に損傷の進展を追うことができる。また、データの2次利用としてAR（拡張現実）やMR（複合現実）により、観光ツールとしての価値も充分あり、貴重な資料と成りうる。

*1 株式会社計測リサーチコンサルタント

*2 長崎大学工学部構造工学科



図1 端島（軍艦島）



図2 UAVのフライト状況

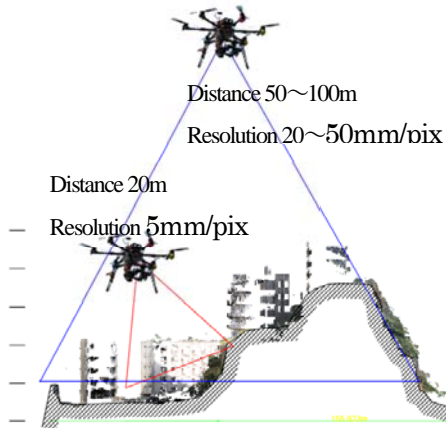


図3 目標解像度と UAV フライトプラン

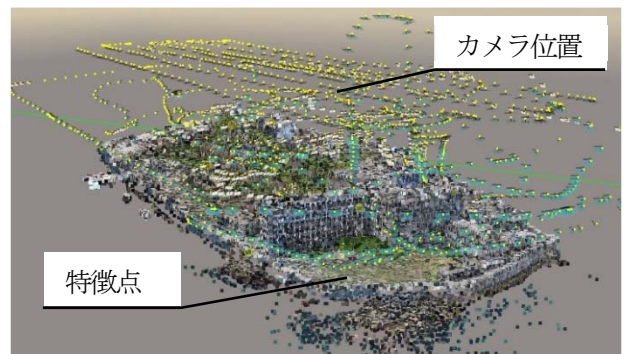


図4 SfM 解析による特徴点抽出とカメラ位置算定



図5 SfM 解析で作成した 3D モデル



図6 会社事務所スラブの崩落