

世界遺産軍艦島のマルチ撮影手法による文化財3次元モデル作成について

津口 雅彦・青山 光一・頓田 修一郎・石田 修司(株式会社パスコ)

1. はじめに

近年、Structure from Motion (以下 SfM) 技術の発展に伴い、無人飛行機 (以下 UAV) や有人ヘリを用いて斜め撮影を行い、撮影画像から3次元モデルを作成する事例が増えている。文化財の調査分野においても、建造物の3次元モデル化が盛んに行われるようになってきている。本稿では、長崎県長崎市の端島 (以下 軍艦島) 地区で実施した3次元モデルの作成事例を紹介する。なお、軍艦島は、国際記念物遺跡会議によって、「明治日本の産業革命遺産 製鉄・製鋼、造船、石炭産業」の構成要素として世界文化遺産に指定された。

2. 作業フロー

図1に本作業の作業フローを示す。初めに対象範囲に基準点を配置して UAV と有人ヘリから連続ステレオ写真を撮影し、撮影画像を3次元モデル作成ソフトで処理して、オルソ画像と3次元モデルを作成した。当初、既撮のステレオ航空写真による地図情報レベル 500 の地形図作成を計画していたが、地表部分は樹木の繁茂により判読が困難であった。また、現地調査時点では、主要構造物の近傍の樹木がほとんど伐採されており、大幅な経年変化が発生していた。そこで、現況を正確に再現するために、上記手法で作成したオルソ画像と数値編集データを2次元データと3次元データを同時に確認できるビューワ上で重畳させ、経年変化対象となる箇所を詳細に特定し、補備測量を実施した。図2に作成した当該地区全体のオルソ写真を示す。

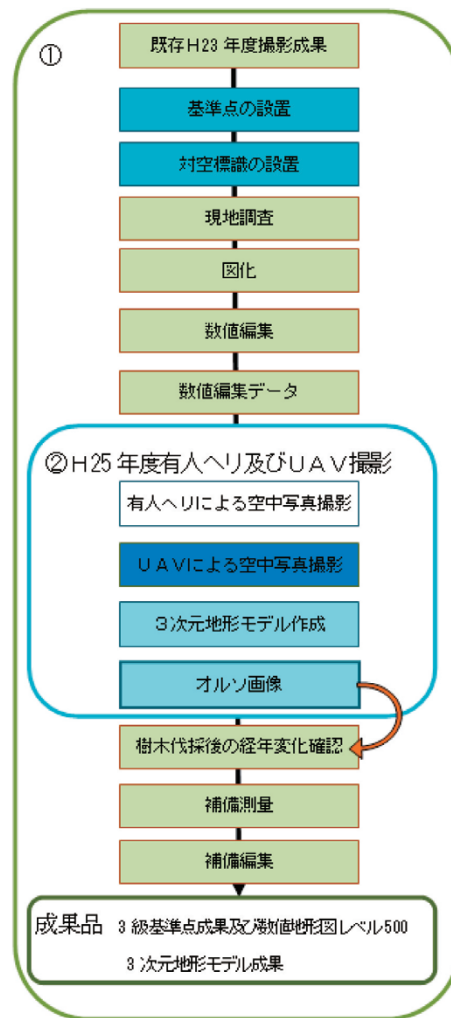


図1 作業フローチャート



図2 軍艦島オルソ写真

3. 画像取得・作成方法

対象地域内に3級基準点5点を配置後、約0.063km²の範囲のオルソ画像と3次元モデルを作成した。空中写真撮影は、2014年2月28日にドイツのMK コプター社製 UAV を用いて実施した。使用したカメラは、SONY 社製 NX5N である。画素数は1600万画素で、焦点距離16mmのレンズを使用した。撮影時の対地高度は約80mから150mの範囲で、約700枚を撮影した。さらに、2014年3月4日に有人ヘリから携帯型斜め写真撮影システム (PALS) を用いて撮影を実施した。PALSは自社開発の斜め写真撮影システムで、撮影時のカメラ位置及び対象地点を正確に計測できる機能を有している。使用したカメラは、Nikon 社製 D7000 で、画素数は1620万画素、レンズの焦点距離は50mmである。対地高度約150mから約1000枚の画像を撮影した。3次元モデルの作成は、連続写真のカメラ位置や撮影対象の



図5 UAVによる撮影

三次元形状を同時に特定する手法である SfM 法を用いて行った。使用したソフトウェアは、Agisoft 社製 Photoscan および Bentley 社製 Smart3DCapture である。画素マッチング処理によりポイントクラウドを作成し、さらに3次元モデルやオルソモザイク画像を作成した。数値地図レベル500の図化作業では、上記作業手順で作成したオルソ画像等の成果で変化箇所を抽出し補備測量を実施した。図3に、PALSにより撮影した画像を用いて作成した俯瞰パノラマ画像を、図4に UAVにより撮影した写真



図3 軍艦島俯瞰パノラマ写真



図4 3次元動画表示

画像を用いて作成した3次元モデルを、図5に UAV で近接撮影した建物の破壊箇所を示す。

4. 成果について

図6に有人ヘリから撮影した画像によって作成された3次元モデルを示す。有人ヘリからの



図6 有人ヘリから撮影した画像によって作成された3次元モデル



図7 有人ヘリとUAVによる撮影画像の融合モデル

撮影では、周辺の建物の影響でオクルージョン領域が発生し、モデルが正確に再現できていない個所が確認された。これらの個所は UAV により撮影された画像を組み合わせる使用することにより改善が図れる。図7に有人ヘリと UAV によるマルチ撮影手法によって撮影された画像を用いて作成した3次元モデルを示す。建物の位置および形状が再現されていることが確認できる。

5. おわりに

本業務では、有人ヘリから撮影した画像と UAV から撮影した画像を組み合わせる使用することにより、オクルージョンのない、精密な3次元モデルを作成できることが確認できた。

本稿をまとめるに当たり、長崎市端島地区の写真及び基準点データに関する説明の使用を許可いただいた長崎市世界遺産推進室および観光部文化財課の関係各位に深く感謝いたします。