

ドローン先行的利活用 【テーマD】 実施内容報告

令和3年3月

株式会社ミライト・テクノロジーズ



業務目的

平成31年4月の文化財保護法改正によって、適切に文化財を次世代へ継承することが求められている。

社寺などの文化財建造物は、定期的な点検及び修理が必要となっており、史跡名勝天然 記念物においては、樹木管理計画の策定が求められている。

これら作業を実施するには時間や費用がかかり、大きな課題となっていた。

本業務では、これらの課題を解決するために、ドローン技術を活用した指定文化財の総合的調査を実施し、各文化財における修理及び各種計画作成の手助けとなるよう検討を行った。

受託業務

指定文化財管理のための総合的調査

- 1. 文化財である建造物の外観状況調査 レーザー測量・カメラ撮影により、文化財建造物の屋根等の毀損の状況把握を行い、 修理必要箇所の検討を行う。
- 2. 指定文化財周辺環境の現況調査 指定文化財周辺の樹木の植生調査等を行い、樹木剪定や伐採後の景観変化シミュ レーションを実施 する。



- 1. 文化財である建造物の外観状況調査
 - →太山寺周辺の現状調査

ドローンにより撮影した画像が文化財の屋根等の現況調査における目視検査の代替可能性を探る。

- ① 指定文化財(太山寺本堂、三重塔)の屋根の現状調査 目視検査の代替可能性を探るため、太山寺屋根全体の写真撮影を行い、目視 点検と比較検証する。
- ② オルソ画像による毀損確認 撮影した写真からオルソ画像を作成し、点検の効率化が可能か検証する。
- ③ 太山寺磨崖仏の現状記録 摩崖仏の写真撮影を実施し、撮影写真から三次元モデルを作成する。
- 2. 指定文化財周辺環境の現況調査
 - →明石城周辺の景観変化シミュレーション レーザー測量及びカメラ撮影により、指定文化財周辺の3D化を行うことで、樹木の伐採後の景観変化シミュレーションを実施し、樹木管理計画立案への有効性を探る。
 - ① 明石城周辺の景観変化シミュレーション UAVに搭載したレーザー計測器にて取得した点群データを編集し、伐採シミュレーションを行う。



項目	実施概要	実施時期				
		10月	11月	12月	1月	2月
太山寺撮影	太山寺及び三重塔の屋根瓦の撮影 を実施	10/29, 10	/30			
太山寺解析	撮影した可視画像をもとに、目視に よる確認作業とオルソ画像との比較 を実施	11/	1~11/14			
明石城撮影	明石城跡地のレーザー撮影及び着 色用撮影を実施			12/22		
明石城解析	撮影したデータをもとに3次元点軍 処理及び、シミュレーション処理を実 施				1/21~2/7	,
報告書作成	文化財様から頂いた条件でのシミュ レーションプレビューを成果とし、そ れに対する考察を含め報告を実施			11/15~	·2/30	



1. 太山寺周辺の現状調査

太山寺本堂、三重塔の屋根の現状調査(実施概要)



1. 撮影方法

1静止画撮影

オルソ画像を作成するため、写真の重なりが50~75%以上となるよう、屋根の上空で左右に往来する飛行を行い、2秒間隔での撮影を実施した。

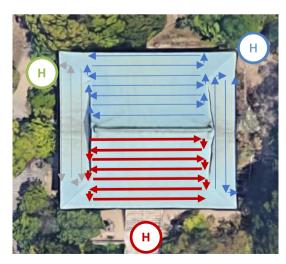
2動画撮影

上部からの写真では確認できない瓦の浮きを把握するため、カメラの角度を水平以上に向けた状態で側面を横断する飛行を行った。

2. 撮影機材

①ドローン:Inspire 2

②カメラ: Zenmuse X5S(2080万画素)



静止画撮影



動画撮影

太山寺本堂、三重塔の屋根の現状調査(実施結果)



1. 撮影結果

総撮影枚数、静止画=2678枚、動画=22本のデータを取得した。

2. 検証結果

撮影したデータを手作業で確認したところ、ひび割れ、欠け、浮きなどの毀損が確認できた。







専門の者にデータを確認して頂いた結果、十分屋根の状況がわかる写真であり使えるものだという評価を頂いた。

オルソ画像による毀損確認(実施結果)



1. 検証結果

撮影した写真から作成したオルソ画像を作成し、オルソ画像をもとに毀損が検出できるかの確認を行った。



静止画とオルソ画像を比較したところ、オルソ画像の方が屋根表面に対してピクセルサイズが大きくなっており、画質が劣化していることが分かったが、わずかな差のため、毀損については静止画で確認したものと同様の箇所が確認できた。



静止画



オルソ画像



静止画



オルソ画像

太山寺磨崖仏の現状記録(実施概要)



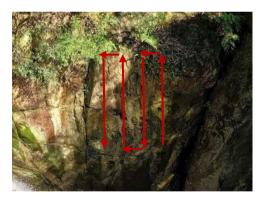
1. 撮影方法

GPSの受信感度が悪かったため小型の機体を用いて撮影を実施した。

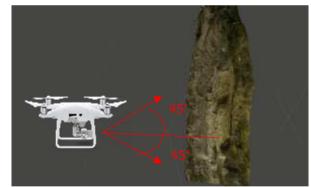
上下を往復する撮影を行い、正面からの撮影に加えジンバルピッチ及び機種方向を上下左右それぞれ45度ずつ向けた状態での撮影を実施した。(計5回)

2. 撮影機材

ドローン:Phantom4Pro







太山寺磨崖仏の現状記録(実施結果)



1. 撮影結果

総撮影枚数、静止画=603枚のデータを取得した。

2. 作成結果

撮影したデータをもとに、SfM処理ソフトを使用した三次元モデルの作成を行い、高精細な

三次元モデルが作成できた。





三次元モデルを使用することで、正面写真だけでは把握できない細部の凹凸も確認できるため、詳細な現状の記録が可能である。



ドローンによる写真撮影により、表面からわかる毀損部については、目視と同レベルでの判定が可能である。

また、写真撮影方法として、静止画像、動画像、オルソ画像により、ぞれぞれ特徴があるので目的に応じて使い分けて点検することが望ましい。

ドローンによる点検は、高所部について足場を設置無しに実施できるため費用面、 安全面で大きなメリットがある一方、点検者が足場を組んで点検する際に行う打診など による内部状況の把握や毀損大きさの測定ができないデメリットもある。

したがって、まずはドローン撮影による点検で表面上での毀損の把握(一次点検)を行い、発見された重大な毀損箇所のみ人間による個別点検(二次点検)を行うことにより、トータルとして業務の効率化が期待できる。



明石城周辺の景観変化シミュレーション

明石城周辺の景観変化シミュレーション(実施方法)



1. 撮影方法

「DJI Piloto」による自動航行にてレーザー計測、撮影を実施した。

- ①レーザー計測フライト 地表面のデータを取得する必要があるため、木々の間をレーザーが抜けるよう井形飛行 を実施した。
- ②写真撮影フライト オーバーラップ率、サイドラップ率ともに85%になるよう往復するフライトを実施した。

2. 撮影機材

- ①ドローン:DJI Matrice300、DJI Matrice210RTK V2
- ②カメラ:DJI X7
- ③レーザー計測器:HoverMAP





明石城周辺の景観変化シミュレーション(実施結果)



1. 計測・撮影結果

樹木や地表面だけでなく、櫓や階段といった建造物の形も鮮明に把握できる点群の取得に成功した。









明石城周辺の景観変化シミュレーション(実施結果)



2. シミュレーション結果

木々1本毎に表示の切り替えが行えるよう、手作業で点群の分割を行い、シミュレーション作業には点群編集ソフトの点群表示切り替え機能を使用した。











ドローンでのレーザー計測、写真撮影により生成した色付き点群データによるビジュアル 的なシミュレーション方法は、伐採計画策定のための基礎資料として活用可能である。

一方、課題としては、上空からの撮影のため、樹木の枝葉の下部や地表面の写真撮影が困難だったことから、地表面の色が樹木の色と混同する箇所があった。

また、非常に樹木が密集している箇所については、樹木の形状や地表面の細密なレー ザーデータの取得ができなかったため、樹木の幹や枝張りの大きさ等を考慮した詳細な シミュレーションする事は不可能であった。

上記課題の解決方法としては、上空からの計測、写真撮影だけでなく、地上レーザー 計測器や地上写真とのカラーマッチング技術を用いることにより詳細な点群データの生 成ができるので、より詳細なシミュレーションを行うことは可能である。