

UAV動画を用いたSfM解析による 点群データの取得について

名取 修¹・菅 貴史

¹関東地方整備局 関東技術事務所 維持管理・環境技術課（〒270-2218 千葉県松戸市五香西6-12-1）

河川管理における河川巡視や堤防点検等での評価方法は、これまでは目視による定性的な評価が主流である。目的別河川巡視等の中で、UAV等で撮影した画像をフォトグラメトリ技術のSfM（Structure from Motion）解析により、容易に生成される3次元点群データなどのデジタル情報を活用することで、定量的評価が可能になると期待されている。

本稿では河川の流下能力や河道管理上の重要地点となる河道内の樹林帯や砂州の状態を定量的に評価することでの河道点検の効率化・高度化を目的に、UAVの現場実装によるデータ取得実証試行の結果活用事例および今後の取り組みについて紹介するものである。

キーワード 河川管理，維持管理，河道管理，UAV，3次元データ，SfM解析

1. はじめに

河川巡視や堤防点検等で、従来、主に目視による点検を行っていた河道内の要注意箇所（樹林化・土砂堆積・局所洗掘・護岸や根固めの変状）をUAV撮影し、その画像を用いてフォトグラメトリ技術による3次元データ化が容易に可能となっている。これにより対象の高さや体積を定量的に評価することが可能となり、定期的に計測することで経年の状態変化を定量的に把握・評価できるのではないかと期待されている。

また、上空からUAVで撮影することで点検者（河川巡視員）が危険な箇所へ立ち入らずに調査が可能となり、作業環境の改善や安全性の向上にも繋がる。

なお、フォトグラメトリ技術（SfM^{*}解析）を活用した3次元データ化については、既にTEC-FORCE活動支援アプリ「点群取得支援」として、災害現場等で活用されているアプリ（Pix4D Cloud）を使用した。このSfMソフトウェアを使えば、複数の写真を入力することで、3次元のモデルを容易に作ることができる。

※SfMは、Structure from Motionの略称。ある対象を撮影した複数枚の写真から、対象の形状を復元する技術の総称を指す。

2. 3次元点群データ取得までの流れ

(1) 現場実装によるデータ取得実証試行

どのような撮影をしないと、必要な精度を持った三次元データが取れるのかという観点で、3次元点群データ取得のためのUAVの現場実装によるデータ取得実証試行

（試験飛行）を、令和6年9月（1回目）及び令和7年1月（2回目）に多摩川（京浜河川事務所 多摩川上流出張所管内）の2箇所において実施した。（図-1）

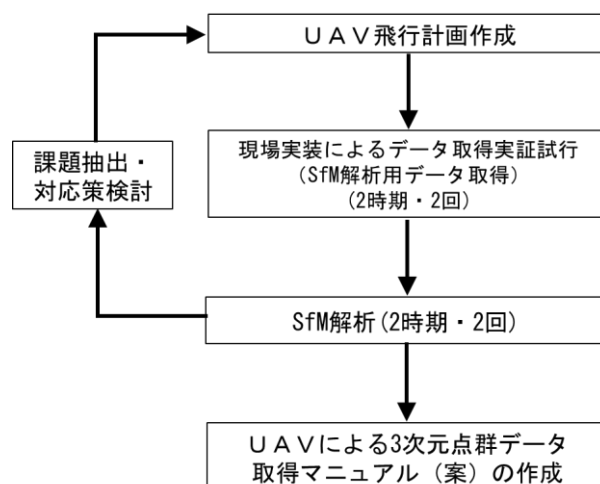


図-1 UAVによる3次元点群データ取得までのフロー

UAV映像を用いたフォトグラメトリ技術（SfM解析）による3次元点群データの生成とそれにより得られた地形データの2時期差分の作成を試行し、UAV映像へのフォトグラメトリ技術の適用可能性や精度、得られたデータの有用性等について検証した。

また、UAVで撮影した画像を用いてSfM解析による3次元点群データ化を行い、河道内砂州や樹木繁茂箇所等の定量的な形状を概括的に把握可能か検証した。

(2) SfM解析のための飛行条件（表-1、図-2）

- ・「河道内砂州」、「樹木繁茂箇所」など撮影範囲がカメラ画角に対して広範囲の場合は、画角が巡視対象の周辺状況を含めた全体を網羅するよう飛行高度100mま

で高く設定する。

- ・ SfM解析による写真接続を密接にするため、2コース上（複数コース）になるように設定する。
- ・ SfM解析は画像から特徴点の抽出が必須となるため、空が多く映り込み、特徴点の抽出が困難であるカメラ俯角15° のパターンは除外する。

a) SfM解析による定量的な把握を行いたい場合は、下記に留意してUAV映像を取得する必要がある。

- ① 静止画を連続撮影（オーバーラップ率を80%以上）
- ② 2コース以上（複数コース）になるように飛行ルートを設定
- ③ 急ターンをせず、滑らかなカーブターンにより連続撮影

b) 定量的な把握を行う対象としては、以下を想定する。

- ① 河岸（崖地の崩落等）の状況
- ② 砂州の堆積状況
- ③ 樹木繁茂箇所の状況

(3) SfM解析による3次元点群データの作成

a) SfM解析の手順

手順は(図-3)のとおり実施した。

3. 3次元点群データの活用

(1) 代表的な活用事例

SfM解析により自動生成された3次元データの活用事例、計測事例を示す。

- a) 崖地崩落箇所（図-4～6）
- b) 樹木繁茂箇所（図-7）
- c) 河道内砂州の差分図（図-8）

(2) 精度・品質の確認

クラウドでのSfM解析処理後の品質レポートにより、精度・品質を確認する。画像の採用状況、地上画素寸法、調整計算の位置と傾きのばらつき等を確認する。また、画像の採用箇所と画像の接続を確認し、全ての画像が採用されていて大きな位置調整も無く、接続も線が濃く切れが無ければ概ね良好に処理されていることになる。

表-1 UAV画像からのSfM解析による3次元点群データ生成のための飛行条件

巡視対象	目的	取得データ	画像種別	飛行高度	カメラ方向角	飛行コース	カメラ俯角	飛行速度	飛行位置
河岸・低水護岸	巡視対象(河岸・低水護岸)の概括的把握	静止画	斜め	50m	UAV飛行方向に対して横向き90° (河川横断方向)	2コース	45° ※1 40°	40km/h (11.1m/s)	河岸・低水護岸等の肩位置より水平距離で約50mの位置
崖地・踏査困難箇所	従来手法(車両等)では巡視困難箇所における巡視対象の概括的把握								
横断工作物	横断工作物の状態把握					2コース (対象物を周回)	45° ※1 60°		対象物から水平距離で約100mの位置を周回
河道内砂州	河道内砂州の状態把握								
樹木繁茂箇所	樹木群の状態把握								

※1: 1コース目のカメラ俯角45° を基本に、計測対象に合わせて2コース目以降のカメラ俯角を5～20° で適宜変更する

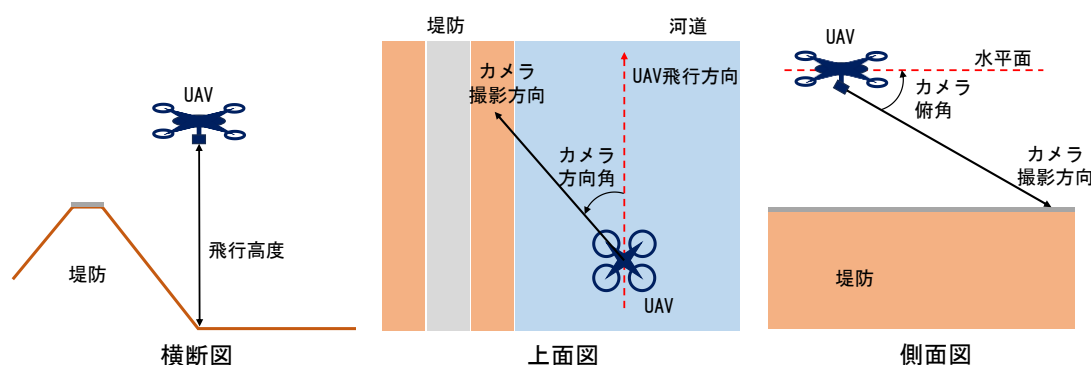


図-2 UAV飛行条件のイメージ

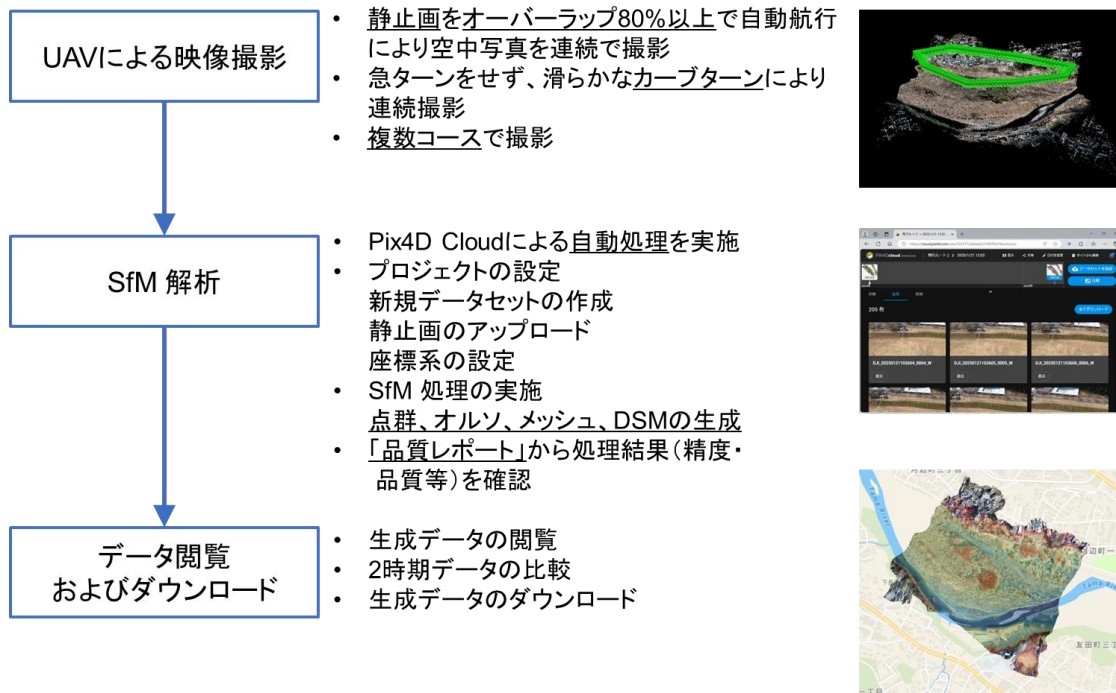


図-3 SfM解析の手順

・ 2時期データの比較 (Pix4D Cloud)



図-4 活用事例 (崖地崩落箇所: 2時期比較)

・ 2時期データの比較 (Pix4D Cloud)



図-5 活用事例 (崖地崩落箇所: 2時期比較)

・ 断面図作成 (Pix4D Cloud)

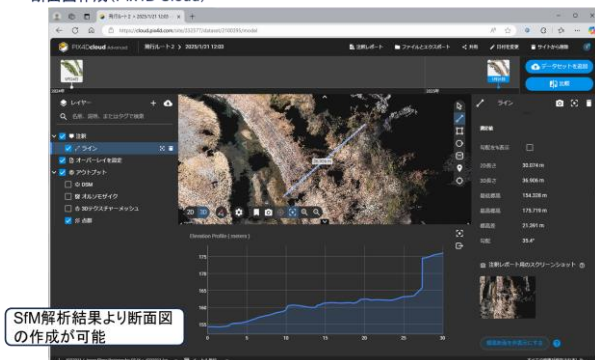


図-6 活用事例 (崖地崩箇所: 断面図作成)

・ 樹木ボリュームの算定 (Pix4D Cloud)

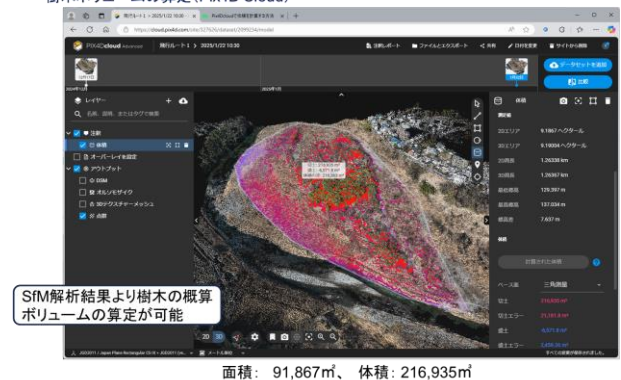
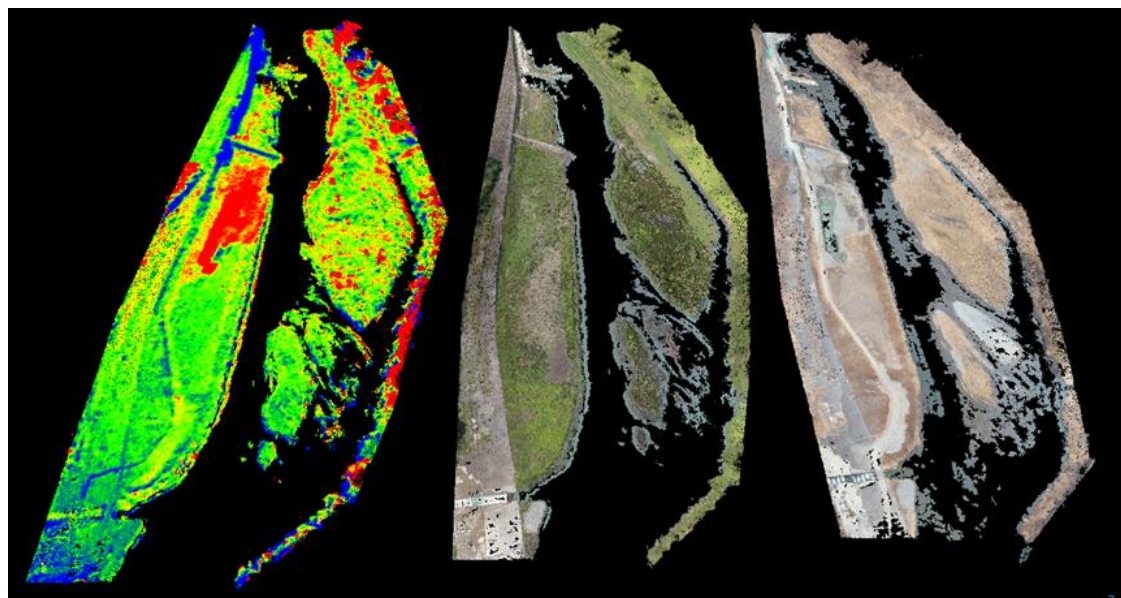


図-7 活用事例 (樹木繁茂箇所: 数量算定)



差分図

2024/10/11

2025/01/21

※Pix4D Cloud で生成した 3 次元点群データから別ソフトで差分図を作成

図-8 活用事例（河道内砂州：2時期差分図）

4. 課題と今後の展開

(1) 課題（UAV画像による3次元点群データ生成（SfM解析）の課題）

a) UAV撮影データ

静止画はUAVに搭載されるGNSSから位置情報が静止画像にGeotagとして自動で付与される。しかし、動画データは位置情報が自動付与されないためPix4D Cloudでは解析処理ができないので、今後、静止画の抽出ソフトの併用等により課題を解消する予定である。

b) 位置精度

小型汎用機のUAVは、単独測位のため数mの誤差があるので、2時期比較が正しく行えない。正しく行うには対空標識の設置が必要であるが、現場での設置作業の手間が増える。今後は橋梁や建物などのランドマークを取り込むことによる位置精度向上の検討を行う。

c) 3次元点群データ

水上部はエラーとなりノイズが増え、また、エリア端部は大きな誤差が生じやすい。Pix4D Cloudではノイズ除去等ができないため、他ソフトでの調整が必要となる。

d) 3次元点群データの活用

Pix4D Cloudでは、2時期差分図（ヒートマップ）の作成はできないため、他ソフトとの併用によるマップ作成を検討する必要がある。

(2) 今後の展開

a) 活用事例の蓄積（令和6～7年度）

令和6年度に引き続き、3次元点群データ取得マニュアル（案）により現場実装によるデータ取得実証試行（試験飛行）を実施するとともに、他事務所で調査したデータを収集し、データ取得マニュアル（案）の更新及び評価マニュアル（案）作成のための活用事例や技術的知見を蓄積する。特に2時期差分図の作成について、事例の検討、検証を行い精度向上を図る。

b) 活用事例等を踏まえた評価マニュアル（案）の作成（令和7年度目標）

蓄積された活用事例等を基に、過年度データ等との比較や現状の評価手法（出来れば将来予測まで）を検討し、評価結果に基づく効率的な河道内の樹木伐採や河道掘削を、計画的に行うための3次元点群データ評価マニュアル（案）を作成し、関東地方整備局管内において展開したいと考えている。また、管理河川の河道管理上の留意箇所を定期的に定量的状態監視を行い評価していく、そして、必要に応じて対策や経過観察するという一連の流れを継続的に進める環境づくりの一助としたい。