

航空オブリーク画像からの広域 3Dtin 高速作成 システム構築と災害時実証実験について

藤原 紘子*・大辻 喜典**・杉浦 健人***・石川 佳治****・神林 飛志*****・
埋金 進一*****・川口 章*****・薮下 雄平*****・鈴鹿 守俊*****・佐藤 俊明*

Demonstration experiment of high-speed 3D-model creation System from Airborne Oblique Camera Images

Hiroko FUJIWARA*, Yoshinori OHTSUJI**, Kento SUGIURA***, Yoshiharu ISHIKAWA****,
Takashi KAMBAYASHI*****, Shin-ichi UMEGANE*****, Akira KAWAGUCHI*****,
Yu-hei YABUSHITA*****, Moritoshi SUZUKA*****, Toshiaki SATOH*

Abstract: For the practical use of disaster situation information to the relief and recover after a large-scale disaster, user-friendly interface and easy to understand data-interpretation is strongly needed. The 3D model is good data to understand the situation of sediment disasters. We had developed a system that can quickly generate 3D model from multiple directions pictures. In this paper, we present the results of the demonstration experiment at the time of a real disaster.

Keywords:3D (3D), 災害 (disaster), リモートセンシング (Remote sensing), 分散処理 (Distributed processing), コンピューティング (Computing)

1. はじめに

災害発生後は、大きく初動段階、応急段階、復興・復旧段階へと対策が遷移していく中で、可能な限り早い段階で広域かつ多彩な被災状況を収集し、情報を整理していくことが重要である。

筆者らは被災地の広域 3D モデルの早期提供を目標に、航空オブリーク画像を用いた SfM 処理の分割（四俣ら（2020））・並列処理による高速化（四俣ら（2021））、3D モデルデータの DB 格納（田中ら（2020））等を検討し、従来手法で約 20 日程度必要だった 3D モデル作成処理を半日程度までの短縮を実現できる実証実験用システム（藤原ら（2021））を開発した。

本稿では、実際の災害時に当該システムを用いて行った実証実験について報告する。実証実験の目的は、広域 3D モデル高速作成の有用性検証と、災害時にシステムを確実に運用するための業務フロー最適化の確認である。

2. 実証実験

2.1. 目的

実証実験の目的は、下記の 2 項目とした。

- ① 広域 3D モデル高速作成の有用性検証
(処理速度の確認, 3D モデル上での被災状況の把握可能レベルの確認)
- ② 業務フロー最適化の確認
(事前に最適化した業務フローの検証と課題抽出、所要時間計測)

2.2. 実施条件と範囲

実施条件は、大雨や地震等により都市の 3 次元形状に変化を及ぼすような状況（土砂災害、建物損壊など）が発生した場合とし、時期は 2022 年の出水期に該当する 6 月から 9 月を目安とした。

実施範囲は、データ取得（航空撮影）から前処理を経て 3D モデルを作成、関係者がブラウザで閲覧できるまでとした。

* 正会員 株式会社パスコ (PASCO Corporation)
〒153J-0042 東京都目黒区青葉台 4-9-6 E-mail : hairra4801@pasco.co.jp

** 非会員 株式会社パスコ (PASCO Corporation)

*** 非会員 名古屋大学大学院 情報学研究科 (Nagoya University, Graduate School of Informatics)

**** 正会員 名古屋大学大学院 情報学研究科 (Nagoya University, Graduate School of Informatics)

***** 非会員 株式会社ノーチラス・テクノロジーズ (NAUTILUS Technologies, Inc.)

***** 非会員 株式会社クラスコンピュータ (Class Computer, Inc.)

2.3. 業務フロー最適化, 実施環境

各工程の業務フロー最適化には Microsoft Project を利用し, 工程間の依存関係を明らかにしつつ全体の処理時間を最小化する方向で実施した. Microsoft Project の実際の画面を図 1 に示す.

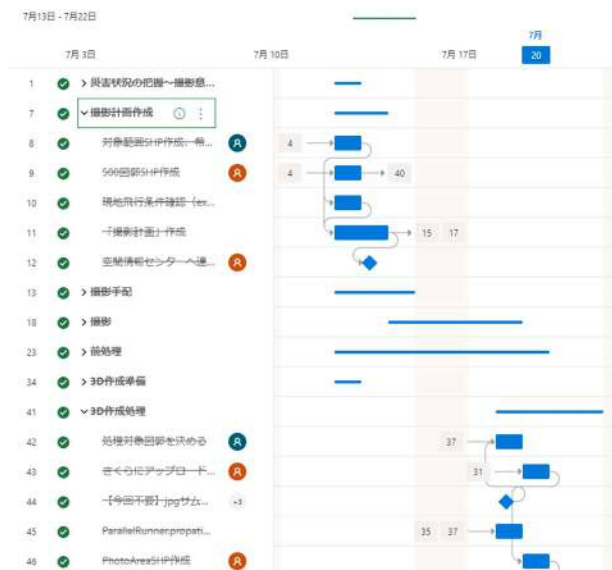


図 1 業務フロー最適化検討
(実際の Microsoft Project 画面)

実施体制は, 研究開発プロジェクト専用の高性能処理環境と, 筆者らの所属企業の業務用設備を使用した. 業務用設備を使用した範囲においては, インフラの関係で最適化されていない部分がある. 具体的には航空機の機体数と事前配置, 生産拠点配置, インターネット専用線, 第三者ソフトウェアのライセンス数等である.

3. 結果

3.1. 概要

令和 4 年 7 月 12 日の大雨による被害を対象に実施した. 一連のタイムラインを表 1 に示す.

3D モデルの作成対象範囲を図 2 に示す. 対象範囲は報道情報, SNS 情報, ハザードマップを参考に決定した.

表 1 タイムライン

日付	実施内容	時刻		所要時間
		開始	終了	
7/13	情報収集, 航空機手配 (地方空港から空輸)			
15	飛行申請, 航空機スタンバイ完了			
18	航空撮影	9:55	11:50	1h55min
	伝送①	13:48	16:14	2h26min
	処理 A	18:24	翌 16:05	21h41min
19	伝送②	0:52	15:59	15h7min
	伝送③	8:28	翌 02:03	17h35min
20	確認・設定	2:03	4:07	2h4min
	3D 作成①	4:11	13:06	8h55min
	3D 作成②	17:38	翌 01:48	8h10min

伝送①: 航空機搭載用 HDD から空港ローカルサーバへコピー, 更に専用ネットワーク回線で事務所 A へ伝送
 処理 A: 外部ライセンスを要する処理のため事務所 A で実施
 伝送②: 事務所 A から同 B へ専用ネットワーク回線で伝送
 伝送③: 事務所 B からレンタルサーバへ公衆回線で伝送
 確認・設定: レンタルサーバ上の設定作業
 3D 作成①・②: レンタルサーバ上で分散並列処理

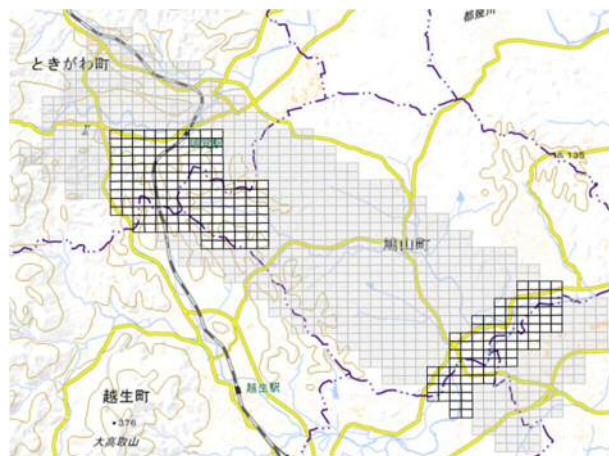


図 2 3D モデル作成の対象範囲
(実際のシステム画面. 背景は地理院タイル)

3.2. 航空撮影 (データ取得)

航空オブリークセンサ (Leica 社 RCD30 Oblique) を搭載した小型航空機 (セスナ T206H 型) を調布空港にて待機させ, 気象条件が好転した 7 月 18 日に撮影を実施した. 撮影対象面積は約 55 平方 km, 地

上解像度は 10cm とした。

3.3. 3D モデル作成処理

SfM 処理の分割によって実現できるユースケースの一例として、一部地域の先行処理・先行公開を実施した。具体的には対象範囲を大きく 2 分割し、埼玉県ときがわ町の一部と越辺川流域の一部を先行処理対象（図 2 メッシュが黒色の部分）に設定した。

3.4. 成果（3D モデル）

報道情報によって事前位置を把握できていた土砂崩 1 箇所について、3D モデル上で被害が判読できた（図 3）。

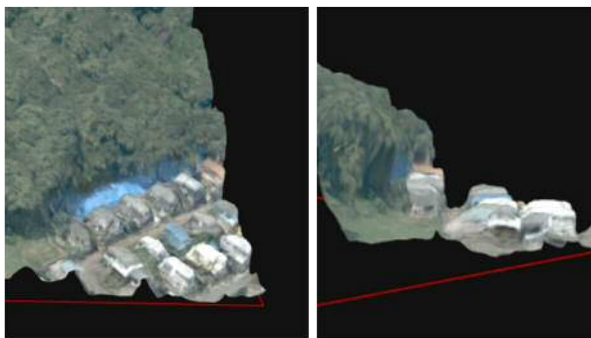


図 3 土砂崩 3D モデル（左：俯瞰，右：横視点）

地名のみが報道されており位置が把握できていなかった土砂崩 1 箇所について、3D モデル上でそれらしき被害が判読できた（図 4）。3D モデル上で簡易計測したところ、土砂崩の規模は概ね 30 平方メートル四方であった。



図 4 土砂崩 3D モデル（数値は簡易計測値）

事前に把握していなかった倒木被害について、3D モデル上で判読できた（図 5）。倒木の全長は 3D モデル上の簡易計測で約 15 メートルであった。但し、この倒木が観測対象の大雨によるものかどうかは未確認である。



図 5 倒木 3D モデル

4. 考察

4.1. 所要時間

① 3D モデル作成の所要時間

先行処理対象の 3D モデル作成に要した時間は約 9 時間であった。当然処理時間は対象面積によって変動するが、分散並列処理環境の処理ノード数を増やすことで処理性能はスケール可能である点を考慮すると、システムの処理性能としてはプロジェクト発足時の目標である約半日以内の処理が実現できたと考えることができる。

② 撮影待機時間

航空撮影実施は大雨災害の 6 日後となった。このうち前半 2 日間は機体の手配にかかった日数であり、専用機体を確保し、適切に配置することである程度の短縮が可能と考えられる。

一方で後半 3 日間は悪天候による待機にかかった日数であった。悪天候による待機は、

4.2. 3D モデル上での被災状況の把握

事前に報道情報等で把握していた災害箇所(図3, 図4)について, 3Dモデル上での判読が可能であった。事前に把握してなかった災害箇所(図5)を3Dモデル上で目視で検出することができた。

4.3. 業務フロー最適化の確認

事前に最適化した業務フローについて, 運用面ではスムーズに実行することができた。一方でデータ伝送時間の長さは今後の課題と言える。

5. おわりに

広域3Dモデル高速作成の有用性としては, 目視による検証のみではあったが現地の様子を直感的に確認する用途なら十分有用な成果を得たと考えられる。特に約30メートル四方の小規模な土砂災害が判別できた点においては, 国土交通省(2018)によれば同規模の土砂移動はSAR画像での検出率0.0%に相当する点からも, 災害情報収集に新たな手段を提案できた点において有用な成果であったと考えられる。今後は, 複数時点の3Dモデルの比較やAI技術の活用, 他データと組み合わせた分析を検討し, さらなる速報性と情報有用性の向上を目指したい。

業務フローの最適化確認については, 今回の実証実験の環境条件の下では一定の最適化が実施できていたと考えられる。業務用設備を使用して実証実験を行った部分については, システム実用化の機会等に併せて適切な環境整備を検討したい。

謝辞

本研究は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP16007)の結果得られたものです。また, 株式会社パスコの下村氏, 宮作氏, 岡野氏, 前泊氏, 池原氏, 内間氏にご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「高効率・高速処理を可能とするAIチップ・次世代コンピューティングの技術開発」

(中間評価) 事業原簿資料, 2-3-2

埼玉県(2022) 令和4年7月12日の大雨による被害状況について(第9報)(2022年8月24日閲覧)
<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0402/news/page/2022071901.html>

NHK(2022) 埼玉NEWS WEB 埼玉県土砂崩れや川の水あふれるなど被害(2022年7月13日閲覧)
<https://www3.nhk.or.jp/lnews/saitama/20220713/1100014663.html>

埼玉県(2022) ときがわ町土砂災害警戒区域・特別警戒区域(2022年7月13日閲覧)
<https://www.pref.saitama.lg.jp/b1006/higashimatsuyama/documents/dosyasaigaibousihou/tokigawamachi.html>

四俣徹・藤原紘子・杉浦健人・石川佳治・神林飛志・埋金進一・川口章・佐藤俊明(2020) 航空機オブリークカメラ撮影データからの3D TIN高速作成. 第29回地理情報システム学会研究発表大会

田中玲吏・杉浦健人・石川佳治(2020) RDBMSによる3D TINデータベース実装手法. 情報処理学会第82回全国大会

四俣徹・藤原紘子・杉浦健人・石川佳治・神林飛志・埋金進一・川口章・鈴木守俊・佐藤俊明(2021) 航空機オブリーク画像からの3Dモデル作成の分散並列処理による高速化. 日本写真測量学会 令和3年度秋季学術講演会

藤原 紘子・四俣 徹・杉浦 健人・石川 佳治・神林 飛志・埋金 進一・川口 章・佐藤 俊明(2021) 航空オブリーク撮影データからの3Dモデル高速作成の課題とその利活用, 第30回地理情報システム学会研究発表大会

国土交通省(2018) 災害時の人工衛星活用ガイドブック土砂災害版, p27

盛岡地方気象台(2016) 岩手県災害時気象資料 平成28年台風第10号による大雨と暴風、波浪