

日本初の公道を活用した市街地レース開催のための ICT 測量

松江工業高等専門学校

正会員 ○表真也, 安食正太, 大屋誠

ストラジクスマネジメント株式会社

上口剛秀, 正会員 吉田なぎさ

江津カートグランプリ実行委員会

正会員 森下幸生

1. はじめに

島根県江津市では地域の活性化を目的に、公道を使った日本初の「江津カートグランプリ」の開催を計画している。筆者らは2017年6月1日に江津市の次世代を担う地元有志らと協力してカートレース会場となる江津駅前の測量を行った。本報ではGNSS測量・UAVにより得られた空撮画像についてSfMを用い3次元モデルの作成を行ったのでその結果について報告する。

2. ICT 測量概要

現在、トータルステーションや3Dレーザースキャナー等の普及がみられるが、多くの人手と時間を必要とする。そこで広範囲の測量を「短時間・少ない人手・低コスト」で測量が可能なUAVを用いて3次元測量を実施した。図-1に作業工程を示す。空撮では取得画像のひとつひとつに標定点が写り込むように撮影した。撮影後はSfMソフトを用いて標定点の座標と高さの補正を行い、3次元点群データやオルソ画像を作成した。

(1) 撮影区域

江津駅前の南北0.4km・東西0.7kmを測量した。図-2の当該地には高くはないが、飛行に影響を与える「電波塔・建造物・電信柱等・線路」や「飛行禁止区域」を有していた。これらを踏まえ撮影計画は、撮影地域ごとに、作成する三次元点群の位置精度、地上画素寸法、対地高度、使用機器、地形形状、土地被覆、気象条件を考慮して、JR江津駅の北側(2区域)・南側(1区域)・線路(1区域)の計4区域に分割した。

(2) 標定点・検証点の設置

標定点・検証点は建物や樹木により隠れて空撮できない場合があるため、上空の視界が開けていることを確認しつつ、隣接する距離を100m以内として設置した。各区域の標定点数は、A区域に11点、B区域に9点、C区域に4点を設置した。検証点数はA区域に3点を設置した。表-1には標定点・検証点の数量を示す。

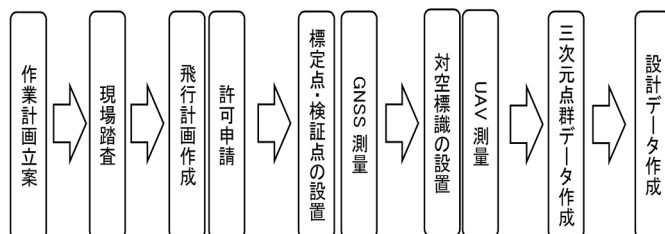


図-1 作業行程

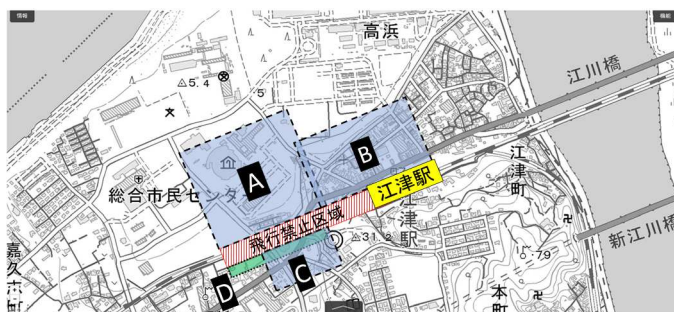


図-2 調査対象場所

表-1 各区域の計測諸元

区 域	標定点 (枚)	検証点 (枚)	対地高度 (m)	飛行回数 (回)	取得画像 (枚)
A 区域	11	3	50	3	273
B 区域	9	-	50	2	192
C 区域	4	-	70	1	34
D 区域	-	-	70	1	29



写真-1 GNSS 測量状況・使用した UAV

(3) GNSS 測量

標定点・検証点の観測は GNSS ((固定局: Net R-9 (Nikon Trimble), 移動局: R-10 (Nikon Trimble)) による、

キーワード UAV, i-Construction, ICT, GNSS, カート, 地域振興

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4

(独)松江工業高等専門学校 TEL 0852-36-5198



図-3 SfM 出力結果



図-4 オルソ画像

RTK(リアルタイム・キネマティック)法を用いて観測を行った。固定局は江津市役所の三等三角点とした。写真-1にはGNSS測量状況(例)を示す。

(4) UAV 測量

写真-1には使用した DJI 社製 PHANTOM3 PROFESSIONAL を、表-2には撮影機材および諸元を示す。UAV は自律飛行・自動帰還させ、対地高度は区域ごとに変更、滞空時間は 10 分/回とした。撮影は SfM や MVS による多視点幾何による 3 次元モデル作成を行うため重複率をオーバーラップ率 90%・サイドラップ率 60%とした。空中写真の地上画素寸法は「UAV を用いた公共測量マニュアル(案)」¹⁾に準じて、三次元点群の位置精度 0.1m 以内、地上画素寸法 0.2m 以内に設定した。自動飛行アプリは DJI Ground Station Pro を使用し、撮影は 1 回の飛行で 100 枚以内のため複数回の飛行をさせた。表-1には各区域における対地高度・飛行回数、取得画像数を示す。

3. 三次元モデル作成

各区域での取得画像は結合後に共通して映り込んだ標定点の座標を入力し、3 次元解析を行った。3 次元モデル作成は複数の静止画からカメラの撮影位置や 3 次元形状を推定する SfM 技術、カメラパラメータから高密度の点群を作成し 3 次元形状を復元する MVS 技術を用いたソフト PhotoScanPro.(AgiSoft 社製)で行った。図-3にはSfMでの3次元点群データを、図-4にはオルソ画像を示す。

4. 精度検証

精度検証にはGNSSの観測点を真値として、オルソ画像の標定点・検証点の水平位置と高さを算出した。

図-5によると標定点は水平精度 0.95cm 高さ精度 0.18cm, 検証点は水平精度 2.29cm 高さ精度 1.39cm となった。標定点・検証点の水平精度・高さ精度は位置精

表-2 撮影機材および撮影諸元

項 目		諸 元
UAV	UAV	PHANTOM3 PROFESSIONAL
カメラ	使用機種	FC300X
	解像度	4000×3000ピクセル
	有効画素数	1240万画素
	ピクセルサイズ	1.56×1.56μm
	焦点距離	3.61mm (20mm/35mm)
撮影諸元	オーバーラップ率	90%
	サイドラップ率	60%
自動飛行アプリ	ソフト	DJI Ground Station Pro
	飛行速度	5m/s
	撮影モード	ホバリング・自動撮影

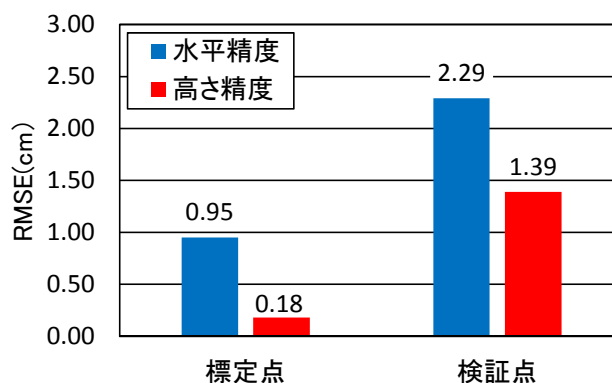


図-5 水平精度と高さの精度

度の 0.1m 以内¹⁾の基準内である。

5. まとめ

- (1) 江津駅前の市街を UAV で自動飛行・撮影及び画像処理によって路面形状を捉えた。
- (2) UAV による測定誤差は RTK の観測値を真値とした場合、標定点(24 点)は水平・高さ精度は 1.0cm 以内、検証点(3 点)は 2.3cm 以内で位置精度の基準内である。

参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院: UAV を用いた公共測量マニュアル(案)平成 28 年 3 月(平成 29 年度 3 月改定)