

## スマートフォンに付随した LiDAR による 3D 計測データの精度検証 Accuracy verification of 3D measurement data by LiDAR attached to smartphones

○倉科稀世紀\* 関山絢子\*\* Maskey Sarvesh\*\* 岡澤 宏\*\*

Kiseki KURSHINA\*, Ayako SEKIYAMA\*\*, Sarvesh MASKEY\*\*, Hiromu OKAZAWA\*\*

### 1. はじめに

近年、農業農村整備における情報化施工の拡大が急務となっている。測量・土木分野における工事では UAV 測量、地上型レーザースキャナ (TLS) により高精度な 3D 点群データを取得し、調査・設計、施工、維持・管理に至る総合的なマネジメントをおこなう BIM/CIM の導入が公共事業において必要とされている。UAV 測量では DID 地区における飛行制限や落下の危険性が伴い、TLS は未だに高額な機器のため、より汎用性の高い機器の導入が情報化施工に求められている。本報告では、UAV や TLS に代わり、導入費用の安価なスマートフォンに付随した LiDAR (Light Detection And Ranging) スキャンによる 3 次元計測の利用拡大を目指し、本システムの精度検証を行うことで農業農村整備事業への導入の可能性を検討した。

### 2. 精度検証の方法

LiDAR を搭載した iPhone13Pro に RTK Rover (viDoc, Pix4D) を組み合わせた LiDAR スキャンシステムを活用した。LiDAR スキャンは専用のアプリケーション (PIX4Dcatch, Pix4D) を用い、オーバーラップは 90 % として撮影を行い、3500 枚程の画像データを得た。このシステムによってスマホの画像と深度データ、高精度の位置座標データを収集することができる。データは

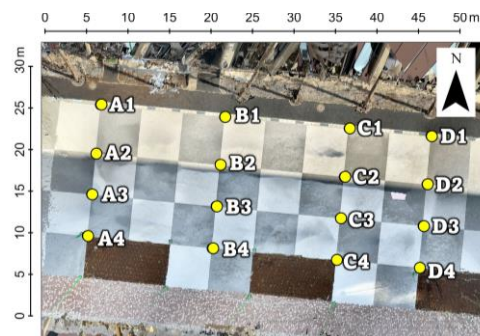


Fig. 1 標定点および検証点  
Control and check points

PIX4Dcloud (Pix4D) へアップロードし、SfM-MVS 処理を行った (処理時間約 24 時間)。そして、3D 点群データを作成し、これから Ortho 画像を作成した。なお、データは東京農業大学世田谷キャンパス敷地内におけるタイル舗装で行い、RTK 測量機器で測定した座標点と画像内の座標点との較差 (A1~D4 までの 16 地点) を水平方向と高さ方向で求めて誤差を検証した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 座標間の較差

16 地点の水平方向の較差は最小で 0.009 m, 最大で 0.073 m であり、平均値は 0.040 m, 16 地点の較差の標準偏差は 0.017 m と、一般的な RTK 測量による誤差の 2 cm より小さな誤差であった。また、高さ方向の較差は、最小で 0.007 m, 最大で 0.081 m, 平均で 0.038 m, 標準偏差は 0.021 m と極めて小さい値を示した。これらのことから、本システムによる 3D スキャンの精度は極めて高く、3D 点群上でも十分に現

\* 東京農業大学大学院地域環境科学科 Graduate School of Agro-Environmental Science, Tokyo University of Agriculture \*\* 東京農業大学地域環境科学部 Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture キーワード: 3D 点群, LiDAR, オルソ画像, 測量, 圃場整備

地を再現できていることが確認できた。

### 3.2 距離の較差

16 の測点に対して、当該地点と他の 15 地点とを結ぶ距離を算出した。今回は 120 パターンの距離を算出することができた。これらのデータから、RTK 測量による地点間距離と LiDAR スキャンシステムによる地点間距離を比較して、水平距離による較差の影響を検討した。較差が最も大きかったのは D3-D4 間であり、RTK による距離は 4.935m で較差は 0.100 m であった。また、D1-A1, D1-A2, D1-B2 の較差も 0.095 m, 0.089 m, 0.087 m と大きかった。そして、距離と較差の間に明確な関係はみられなかったが、比較的外側に位置している。D のラインを基点とする距離の較差が大きくなる傾向がみられた。対象とするエリアの外周に近い地点では比較的大きな誤差が生まれやすいことから、対象とするエリアよりも大きなエリアで画像を取得することが精度を担保する上で重要になると考えられる。

### 3.3 面積の精度

各座標地点から 9 個の四角形のエリアに区分し、各面積および組み合わせ（計 34 パターン）による面積を算出した。RTK 測量により算出される面積と LiDAR スキャンシステムによる面積を比較して精度検証を行った。RTK により算出されたエリア全体の面積は 632.338 m<sup>2</sup>であり、LiDAR スキャンシステムによる面積との較差は 1.170 m<sup>2</sup>であった。このことから LiDAR スキャンにより算出される面積の精度は国土調査法施工令に定められている精度区分甲 2 の誤差限度を満たす精度で再現できることが確認できた。これは全体の面積に限らず、エリア 9 単体を除く組み合わせ (33 パターン) において同様の結論が得られた。

## 4. おわりに

農業農村整備における情報化施工の拡大に向け、UAV や TLS に代わり、導入費用が安価なスマートフォンに付随した LiDAR スキャンによる 3 次元計測の精度検証を行った。その結果、水平方向および高さ方向の誤差ともに地図情報レベル 250 の基準を満たすことが確認されたため、LiDAR スキャンシステムを農地整備でも活用することが可能と考えられる。

計測にあたりご協力を頂きました張可氏 (JIRCAS) と PIX4D 関係諸氏に感謝申し上げます。

**Table 1** 座標間の較差  
Error between coordinates

	Horizontal error (m)	Vertical error (m)
Min	0.009	0.007
Max	0.073	0.081
Mean	0.040	0.038
S.D.	0.017	0.021

**Table 2** 距離の較差  
Distance Error

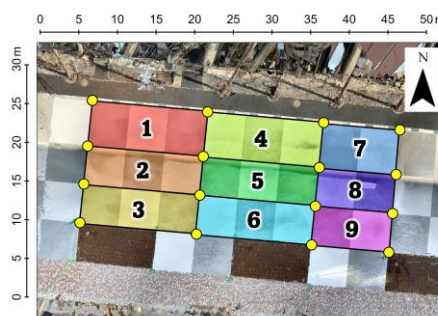
	All patterns	Patterns except D
	XY Error (m)	XY Error (m)
Min	0.000	0.000
Max	0.100	0.078
Mean	0.031	0.024
S.D.	0.023	0.018

XY Error: Horizontal Error

**Table 3** 面積の誤差  
Surface Area Errors

	S error (m <sup>2</sup> )	S ratio error (%)
Min	0.022	0.029
Max	1.170	1.140
Mean	0.384	0.254
S.D.	0.269	0.204

S: Surface area



**Fig. 2** エリアの区分  
Area Classification