

F1-8

## バリアチェックを想定したモバイル端末 LiDAR を用いた傾斜部の再現精度の検証

### Verification of Reproduction Accuracy of Slope for Barrier Check by LiDAR with Mobile Terminal

○中村祐太<sup>1</sup>, 江守央<sup>2</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>\*Yuta Nakamura<sup>1</sup>, Hisashi Emori<sup>2</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>

Abstract: Currently, Japan is promoting the facilitation of walking spaces based on the concept of universal design. In line with this trend, walking inspections are being conducted to understand and share the status of local barriers. While images, maps, and videos have been conventionally used in the workshop, recently, the use of point clouds using LiDAR, a mobile terminal with a free viewpoint and dimensional measurement capability, has been considered. In this study, the accuracy of gradient of surface represented by point clouds was verified for a slope, assuming a wheelchair user. As a result, the maximum difference of coordinate values in the height direction between the Total Station and LiDAR verification points was approximately 4 cm, which was roughly equivalent in accuracy.

#### 1. はじめに

現在, 我が国では, 令和3年の「移動等円滑化の促進に関する基本方針」に基づき, 施設境界部を含む面的なバリアフリーの整備が求められている. これに伴い, 各自治体はバリアフリー基本構想の策定を進めており, その策定過程において歩行空間のバリアの把握と共有を行うまち歩き点検ワークショップ(以後, WS)が行われている. このようなWSの従来手法は画像と地図または動画を用いるが, 近年自由視点かつ寸法の付与が可能な点群の活用が検討されている.

田中ら<sup>[1]</sup>はモバイル端末搭載型のLiDARを用いて地形の点群を計測し, DSM(以後, 数値表層モデル)を作成し, UAVによる空撮画像によるDSMとの精度比較を行っている. しかし, 歩行空間のバリアを対象とした既往研究は少ない. そこで, 本研究では, 歩行空間のバリアの1つである傾斜を対象に, モバイル端末LiDARによる傾斜部の点群化の再現精度の検証を行う.

#### 2. 実験概要

2023年7月22日の晴天時に計測を行った. 計測箇所は日本大学理工学部船橋キャンパス13号館前の傾斜である. 計測箇所, 計測経路, 用いたマーカーをFigure 1に示す. 座標マーカーを平坦部へ1点, 傾斜部へ約2mおきに7点(傾斜の始点:a1, 傾斜の終点:a7)設置した. トータルステーション(以後, TS)による多角測量によるマーカーの座標値とLiDARによる座標値を比較した. 計測はモバイルスキャン協会のモバイル端末スキャンマニュアルをもとにFigure 1で示すルートのように短手方向へ歩行し, 5回計測を行った. 計測機器はApple社のiPad Pro(第3

世代)へマイゾックス社のデジタル傾斜計を取り付け, モバイル端末スキャンマニュアルに従い, 歩道面に対して計測機器が内角30度を極力超えないようにした. 計測の様子をFigure 2に示す. LiDARによる点群の計測はアプリ「3d Scanner App」を使用し, 点群の処理である「Process Scan」はHDとした. 点群の計測時間は約2分であった. 点群は点群処理ソフト「Cloud Compare」にてLiDARとTSでの計測による座標値の比較を行った.

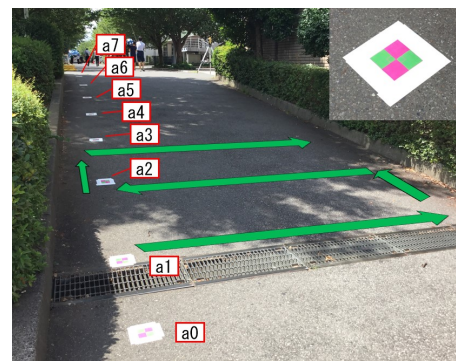


Figure 1. Measuring area and route



Figure 2. Measuring situation

1: 日大理工・院(前)・交通 2: 日大理工・教員・交通

3. 実験結果

作成した点群を Figure 3 に示す. 計測した 5 回の計測データの点群数はすべて 18 万点以上であり, 十分な点群数を有する結果となった. 設置した 8 つの座標マーカーをもとに, 平坦部の座標値 a0 を原点 (高さ 0.0m) とし, 傾斜部の始点 a1 から終点 a7 までの 5 回の LiDAR 計測の高さ方向の座標値と TS の座標値の較差を Figure 4 に示す. LiDAR と TS の座標値の較差の最大値は 35mm, 最小値は 1mm 以下であった. また, 傾斜の始点 a1 から終点 a7 の検証点間の勾配は TS で 9.822%, LiDAR の 5 回の計測の平均値は 10.080% となり, 差分は 0.3% 以下であった.

各検証点の基準座標となる TS の座標値, LiDAR の 5 回の計測の各検証点の座標値の標準偏差を Table 1, その推移を Figure 5 に示す. a1 から a7 へかけて総計測距離または総計測時間時間が大きくなるほど標準偏差も増加することが示された. 本研究で使用したモバイル端末 LiDAR は一般的に, 機器に搭載される加速度センサやジャイロ等の慣性計測装置とカメラから取得した画像情報から複合的に自己位置の推定を行うが, その際に誤差が蓄積するとされている. そのため, 総計測距離または総計測経過時間が大きくなるほど, LiDAR と TS との較差と LiDAR の標準偏差はともに大きくなったと考えられる.



Figure 3. Point cloud model

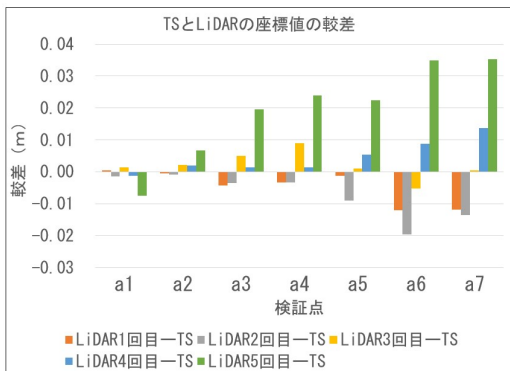


Figure 4. Cross-sectional view of slope

Table 1. Coordinate values and standard division value

検証点	TS 座標値 (m)	LiDAR 計測値 5 回の標準偏差(m)
a1	0.018	0.003
a2	0.214	0.003
a3	0.419	0.009
a4	0.620	0.010
a5	0.813	0.010
a6	1.014	0.019
a7	1.195	0.018

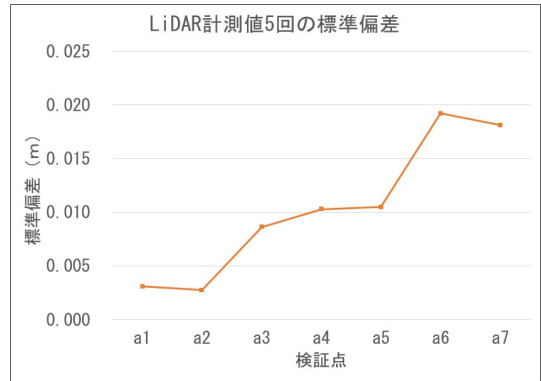


Figure 5. Standard deviation of Height direction values

4. おわりに

本研究では傾斜を対象にモバイル端末 LiDAR を用いた勾配の点群の表現の精度について検証を行った. 結果として, TS との較差は約 4cm 以内であり, 勾配の差分は 0.3% 以下であった. このことから, モバイル端末 LiDAR は傾斜の計測においては十分有効であると考えられる. よって, バリアチェックにおけるまち歩き点検 WS にて傾斜においては点群化することで従来手法に比べて効率化を図ることができると考える. しかし, 計測距離, 計測経過時間が大きくなるほど計測した座標値の標準偏差が大きくなることが示された. これは, モバイル端末に搭載される LiDAR の自己位置推定がカメラ画像に依存することによる累積誤差による影響だと考えられる. 今後の展望としては, 傾斜以外の段差等異なるバリアに対して点群の再現精度の検証を行っていききたい.

5. 参考文献

[1] 田中絵里子 田中圭: iPhone 搭載の LiDAR 機能を用いたバリア情報の取得とその精度検証, 日本地理学会発表要旨集, 2021s (0), p.193, 2021.  
 [2] モバイルスキャン協会: モバイル端末スキャンマニュアル, (入手日: 2023 年 1 月 24 日) .