

## 3次元レーザースキャナーの測定精度に関する基礎的検討

|          |      |        |
|----------|------|--------|
| 日本大学     | 学生会員 | ○福森 秀晃 |
| 日本大学     | 正会員  | 佐田 達典  |
| 新宿区役所    | 非会員  | 大久保 秀晃 |
| タクモ      | 非会員  | 清水 哲也  |
| テクノバンガード | 正会員  | 村山 盛行  |

表－1 実験時の気象条件

|    | 天気 | 気温<br>(℃) | 湿度<br>(%) | 照度<br>(lx) | 風速<br>(m/s) |
|----|----|-----------|-----------|------------|-------------|
| 屋内 | 晴れ | 27.8      | 69        | 190～1394   | 0           |
| 屋外 | 晴れ | 33.0      | 43        | 20000以上    | 0～2.0       |

表－2 基本仕様

|           |                                       |
|-----------|---------------------------------------|
| 計測範囲      | 2～1000m                               |
| 測定精度      | ±10mm                                 |
| 測定レート     | 11000点/秒 (低速スキャン)<br>8000点/秒 (高速スキャン) |
| レーザーの照射間隔 | 0.25mrad                              |
| スキャンニング範囲 | 鉛直方向：0～80度<br>水平方向：0～360度             |

## (3) 実験内容

## a) 基準となる計測

計測対象物となる白の色紙をボードに貼付し、器械に対して正対、器械と対象物間の距離を 10m の状態に固定し、基準となる計測を 10 回行う。

## b) 対象物の角度

ボードを回し、対象物の角度を 0 度 (正対)、15 度、30 度、45 度、60 度、75 度と設定し、それぞれ計測する。

## c) 器械と対象物との距離

器械とボードの距離を 2m、5m、10m、20m、30m、40m、50m と設定し、それぞれ計測する。

## d) 対象物の色

ボードに貼り付けている色紙の色を白から黒、赤、青、緑と変化させ、それぞれ計測する。

## (4) 測定精度の評価

測定精度を評価するために、計測対象の面を基準とした RMS (root mean square) 値を求め、取得した点群データのばらつき状況から精度を検証した。RMS 値は以下の式で算出する。値が小さいほどばらつきが少なく、測定精度が高いことを示す。

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (x_i \text{ は基準面からの距離})$$

## 1. はじめに

近年、3次元レーザースキャナーが登場し、地形計測での適用が注目されている。この器械は、レーザーを連続して照射しながら対象物までの距離と角度を計測できるため、広範囲に高密度かつ高速で地形計測が可能である。また、計測対象範囲に人が立ち入ることなく計測ができるため、崖面や崩壊斜面などの危険箇所における計測では特に有効である。

しかし、3次元レーザースキャナーの測定精度に関しては、測定条件による影響がまだ十分に明らかにされていない。そこで本検討では、レーザースキャナーを使用する際の測定条件や気象条件が、測定精度へどのように影響するかを実験により検証した。

## 2. 精度検証実験

## (1) 実験概要

検証実験は、計測対象物を色紙として行い、計測対象物と器械との角度、距離、計測対象物の色をそれぞれ変化させた場合に、レーザースキャナーの測定精度の変化を把握することを目的とした。また、屋内と屋外で同様の実験を行い、気象条件の違いによる測定精度の影響も検証した。

実験は 2008 年 8 月 26、27 日に日本大学理工学部船橋キャンパス内の屋内と屋外で、両日とも同じ時間帯に行った。実験時の気象条件を表－1 に示す。

## (2) 使用機器

今回の実験で使用した 3次元レーザースキャナーは、土木、建設で一般的に利用されている器械の 1 つである Riegl 社製 LMS-Z420i である。LMS-Z420i は、レーザー受発光部が 1 秒間に 8000 回 (点) 計測し、器械軸を中心に回転しながら約 3 分間で 1 周する。標準で 1 周当たり約 150 万点の 3次元座標データを取得することができる。器械の基本仕様を表－2 に示す。

キーワード レーザースキャナー 地形計測 測定精度 RMS 値

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部 空間情報研究室 TEL047-469-8147

### 3. 実験結果

#### (1) 基準となる計測

基準となる計測(10回)では、屋内のRMS値は平均7.82mm、屋外のRMS値は平均8.09mmとなり、屋内と屋外ともに器械の仕様値に示されている10mmより小さな値となった。

#### (2) 対象物の角度

対象物の角度を変えた場合のRMS値を図-1に示す。屋内と屋外ともに角度を変え、対象物が正対から水平に近づくほどRMS値が小さくなり、みかけの測定精度が向上することが確認できた。レーザーの入射角が大きくなると、面に垂直な距離成分が小さくなるためである。

#### (3) 器械と対象物との距離

器械と対象物との距離を変えた場合のRMS値を図-2に示す。屋内と屋外ともに距離を20m、30mに設定したときのRMS値が大きくなり、40m、50m地点より測定精度が低下しているという結果を得た。スキャン方式の違いが影響していると考えられる。

#### (4) 対象物の色

対象物の色を変えた場合のRMS値を図-3に示す。屋内と屋外ともに黒と緑では、RMS値が他の色よりわずかに大きくなり、測定精度が低下するという結果を得た。暗い色はレーザーの反射率が低いためと考えられる。

#### (5) 屋内と屋外の比較

各測定条件におけるRMS値を、屋内と屋外ごとに比較すると、角度を変えた場合を除けば、屋外より屋内のほうが測定値のばらつきが小さくなっている。このことから、屋内と屋外の計測では、計測結果に明らかな違いがあると判断できる。屋外のRMS値が屋内よりも大きくなる要因として、日光による照度の違いが大きな原因であると考えられる。

### 4. おわりに

本検討では、実験から得たRMS値の算出、比較により以下の点が確認できた。

- a) 屋内と屋外の計測では、日光などの気象条件の影響が少ない屋内計測の方が高精度となる。
- b) 面を対象とした場合の計測では、対象物の角度が正対より水平に近い傾いた状態のほうが測定値のばらつきが小さくなる。
- c) 測定条件により計測精度に差が生じることが判明したが、その差はごくわずかであるため、通常の計測には問題ないということが確認できた。

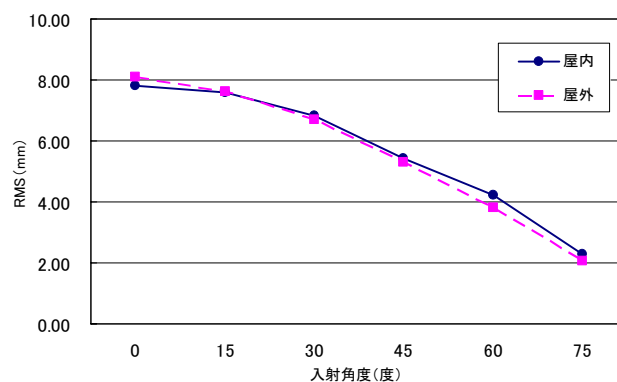


図-1 角度を変えた場合のRMS値

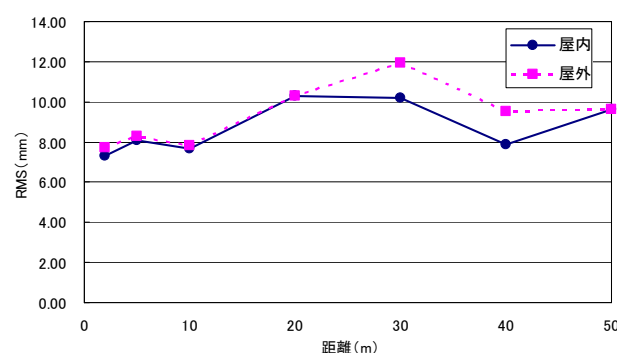


図-2 距離を変えた場合のRMS値

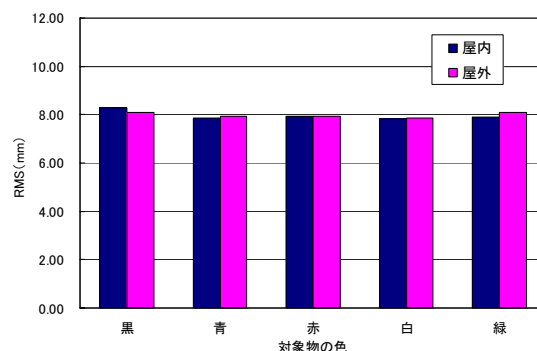


図-3 色を変えた場合のRMS値

今後の課題としては、数種類の器械を用いて同じ条件下で実験を行い、器械ごとの測定精度の違いを検証すること、器械と対象物間の距離を50m以上で設定した場合の測定精度の変動、さらには測定対象物の材質による影響も検証することが必要であると考えられる。これらの検証を進めてレーザースキャナーのデータ特性を把握することにより、計測対象物や気象条件の状況に応じた最適な計測計画、器械選定等の補助データが取得でき、今後のレーザースキャナーの有効利用に繋がると考えられる。

#### <謝辞>

実験を行うにあたり、ご協力いただいたリーグルジャパン株式会社の松田重雄氏に厚く御礼申し上げます。