

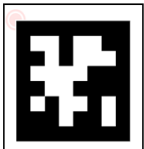
SfM技術を用いた点群取得における撮影距離と平面上の点群密度に関する一考察

東日本旅客鉄道（株）正会員 ○塚田幸佑， 鈴木雄大， 高橋健太

1. はじめに

現在、遠隔地における施工管理業務の効率化を図るために「点群データの活用」が有効な手段の一つとして注目されている。本稿では、遠隔地施工管理実現を目的とし、動画から点群生成が可能である SfM 技術で取得した点群を用いて、撮影対象物の色の違い、縮尺調整や動画内から位置情報を取得するために必要な AR マーカー（図-1）の配置の違い、撮影距離の違いが及ぼす点群密度及び精度への影響について検証した結果を報告する。

単体ARマーカー（A4サイズ）



6in1 ARマーカー（A3サイズ）



図-1 AR マーカー

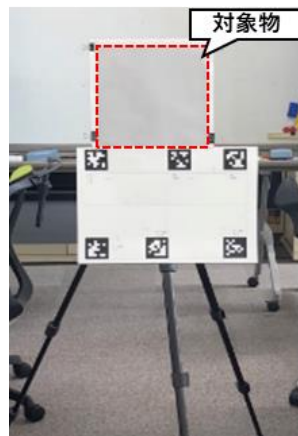


図-2 対象物（グレー）

2. 試験概要

(1) 対象物の色の違いによる点群密度検証

1つ目の検証として、対象物（図-2）の色の違いによる点群密度の変化に関する検証を行った。対象物は、赤・青・黄・グレーの色紙（縦 251mm×横 251mm）とし、三脚を用いて床と垂直に立てた。撮影デバイスは iPhone14Pro（4K,30fps）を用い、撮影距離は 1.0m とし、左右に往復し撮影を行った（図-3 左上）。

(2) AR マーカーの配置の違いによる精度検証

2つ目に、AR マーカーの配置に関する検証を行った（図-3 左下）。対象物としたグレーの色紙は三脚を用いて床と垂直に立てて検証した。撮影デバイスは

Gopro11(4K,30fps)、AR マーカーの配置は単体のマーカーを対象物の周辺 1.5m 四方の床に置いた時と、6in1AR マーカーを対象物と密着、対象物から 1.5m、3.0m の床に置き、対象物の周辺 1.5m を回る形で撮影を行った。

(3) 対象物との撮影距離の違いによる精度検証

3つ目に対象物との撮影距離の違いに関する検証を行った。対象物としたグレーの色紙は地表に貼り、撮影デバイスは Gopro11、撮影距離及び 6in1AR マーカーの位置は対象物から 5m、10m、20m、30m、50m の 5 パターン、撮影速度は 0.5m/s とし、マーカーは撮影開始位置に固定して撮影を行った（図-3 右）。

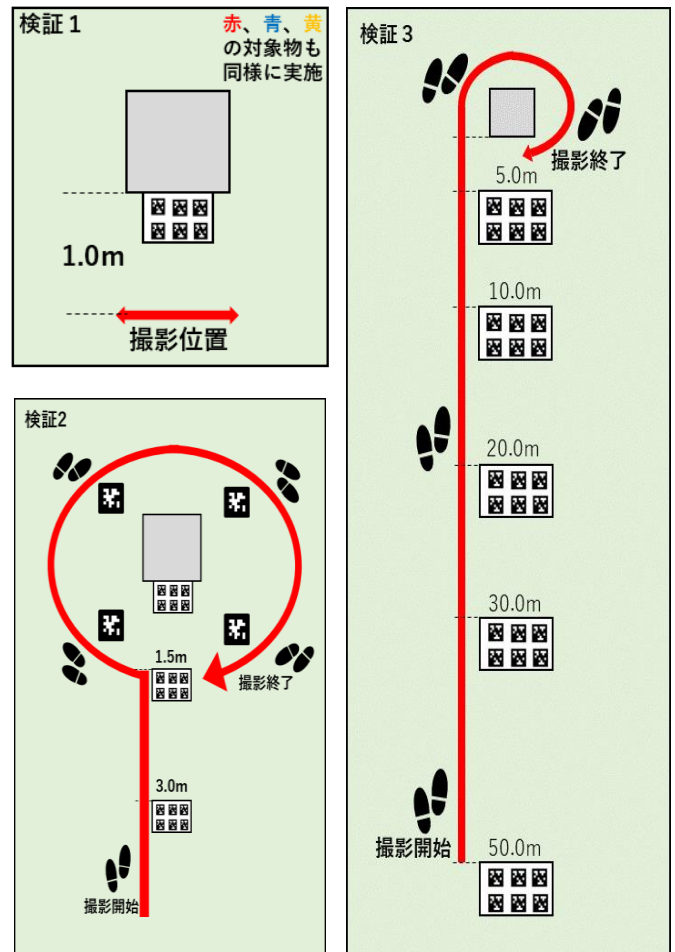


図-3 各検証状況

3. 検証結果

(1) 対象物の色の違いによる点群密度検証

検証結果を表-1 に示す。赤、青、黄の対象物はいずれも点群間隔が 10 mm 程度のまばらな点群が多くを占める中、グレーの対象物は 5 mm 間隔以下の密な点群が 8 割以上を占めていることが分かった。また、点群取得状況 (図-4) を見ると、赤、青、黄は点がところどころ抜けているのに対し、グレーは、まんべんなく取得できている。これは色の彩度や光の反射が影響していると考えられ、グレー配色の物は密度の高い点群を取得しやすい傾向があるということが分かった。

(2) AR マーカーの配置の違いによる点群精度検証

検証結果を表-2、表-3 に示す。各パターンともに大きな誤差は見受けられず、概ね 1mm~2mm 程度の誤差に収まった。これにより、対象物から距離 3m 程度まではマーカーの配置が点群精度へ及ぼす影響はほとんどないということが分かった。

(3) 対象物との撮影距離の違いによる精度検証

検証結果を図-5 に示す。撮影距離 5m~30m の範囲では誤差は 1mm~2mm 程度で推移していたが、距離 50m になると 6mm と大きな誤差が生じた。対象物 1 辺のサイズが 251mm であることを踏まえると、撮影距離 5~10m で対象物の 0.5%、20~30m では約 1% 程度、50m では約 2.5% 程度の誤差が発生するといえる。このことから、撮影距離が対象物と離れることに比例して、誤差が大きくなることが分かった。また、撮影距離 50m では点群生成が正しく行われない箇所が存在することも確認できた。

4. まとめと今後の課題

本検証を通し、対象物の色や AR マーカーの配置及び、撮影距離が及ぼす点群密度、点群精度への影響を確認することができた。対象物との撮影距離が離れると点群精度が悪くなることから、撮影の際は対象物からおおよそ 30m の範囲で、かつ対象物全体を画角に収める方法で撮影することを心掛ける必要がある。今後の課題としては、今回検証することができなかった大規模構造物や高さ方向に対する誤差精度の確

認を行う必要があると考える。施工管理への活用実現に向けて引き続き検証を続けていく。

表-1 点群密度検証結果

点群密度	占有率			
	赤	青	黄	グレー
10mm間隔以下	78.9%	69.7%	72.3%	99.6%
5mm間隔以下	58.6%	55.7%	54.6%	81.9%
3mm間隔以下	10.4%	7.8%	4.6%	0.5%
2mm間隔以下	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%

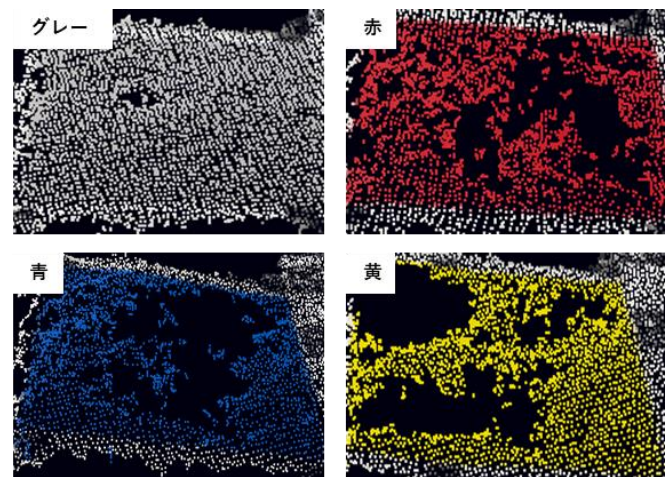


図-4 各対象物の点群取得状況

表-2 単体 AR マーカー検証結果

マーカー位置	測定値 (縦辺)	測定値 (横辺)	最大誤差
対象物四方1.5m	253mm	252mm	2mm

表-3 6in1AR マーカー検証結果

マーカー位置	測定値 (縦辺)	測定値 (横辺)	最大誤差
対象物と密着	250mm	251mm	1mm
1.5m離れ	250mm	252mm	1mm
3.0m離れ	250mm	250mm	1mm

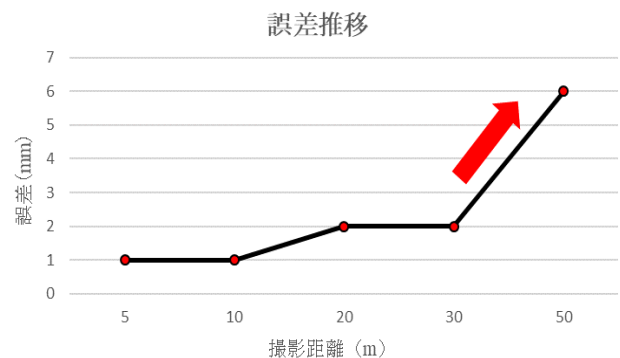


図-5 撮影距離の違いによる検証結果