

地上レーザ測量マニュアル（案）の実証実験（第3年次）

実施期間	平成28年度～平成30年度
企画部技術管理課	森 克浩 清水 雅行 瀬川 秀樹
企画部	星野 秀和

1. はじめに

企画部技術管理課は「地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」（以下「マニュアル（案）」という。）を平成29年3月に作成した。マニュアル（案）をより実態に即した規定内容にするため、「地上レーザスキャナ」（以下「TLS」という。）を測量で活用するための研究を行っている金沢工業大学と共同研究協定を平成29年1月に締結し、さらに平成30年3月に2年間の延長を行い、マニュアル（案）に基づく数値地形図作成に関する精度検証を行っている。

2. 研究内容

マニュアル（案）の数値地形図作成工程における精度評価に関する検証を行った。

- ① マニュアル（案）の規定に従い取得した「三次元点群データから作成された平面図」※（以下「三次元点群平面図」という。）と「トータルステーションを用いて作成した平面図」（以下「検証用平面図」という。）の比較による精度検証

※2年次報告 FARO 社製 Focus350 以外の RIEGL 社製 LMS-Z620, TOPCON 社製 GLS2000 の2機種について作成。

- ② スポット径測定の実験
- ③ その他

3. 精度評価のための実証実験

三次元点群による平面図と比較するための平面図作成の観測を実施した場所、機器等は次のとおりである（2年次と同じ）。

- ① 日時及び場所：平成29年10月5日，白山市白峰地区（白峰温泉総湯周辺）（図-1 参照）

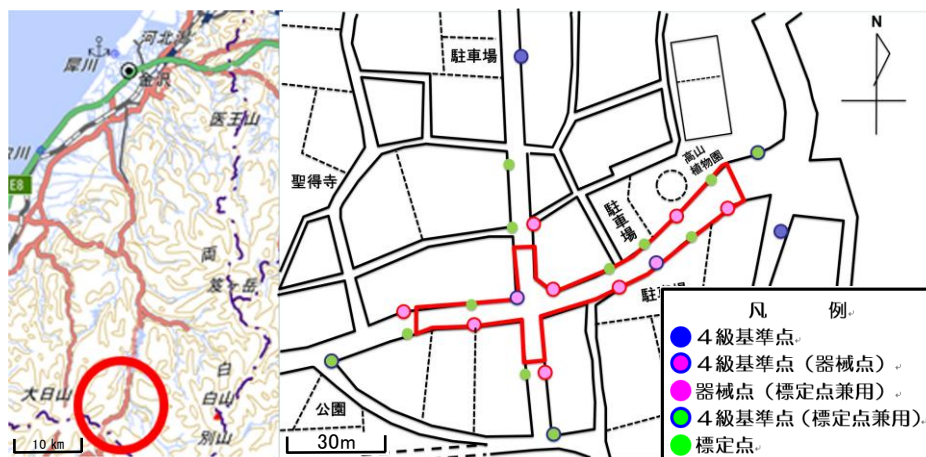


図-1 実証実験範囲図（観測点配置図）

② 実証実験範囲：図-1 右図赤枠内，市道交差点より東側 70m，西側 30m，南北 15m の範囲

③ 観測に使用した機器

表-1 実証実験で使用した機器（Focus350 以外の 3 機種）※1

スキャナ	LMS-Z620	GLS2000 ^{※2} (ロングタイプ)	ScanStation C10 ^{※3}
メーカー	RIEGL	TOPCON	Leica
距離精度	10mm@50m	3.5mm@150m	4mm@100m,6mm@300m
位置精度	-	6"	-
最小スポット径	8mm	1-150m : 11mm	0-50m:4.5mm,(FWHH):7mm
最小計測ピッチ	0.004°	最小 3.1mm(10m 時)	任意設定<1 mm
ビーム広がり角	1.5cm/100m	1.1cm/150m	0-50m:4.5mm,(FWHH):7mm
レーザ波長	1550nm	1064nm	532nm
最長測定距離	2,000m	500m	300m
最短測定距離	2.0m	1m	0.1m
測定点数	8,000 点/秒	120,000 点/秒 (近距離時) 60,000 点/秒 (高出力時)	50,000 点/1 秒間
スキャン範囲(水平)	360°	360°	360°
スキャン範囲(鉛直)	80°	270°	270°
スキャナ重量	15.0kg	10.0kg	13.0kg

※1 LMS-Z620 及び ScanStation C10 の性能は，鹿田ほか（2012）から記載．

※2 GLS2000 の性能は，メーカーカタログより記載．

※3 ScanStation C10 は，現段階で作図まで行われていない．

④ 三次元点群平面図と検証用平面図

三次元点群平面図は平成 29 年 10 月 5 日に計測された FARO 社製 Focus350（2 年次報告済），RIEGL 社製 LMS-Z620，TOPCON 社製 GLS2000，Leica 社製 ScanStation C10 の 4 機種の三次元点群データから同一範囲でそれぞれ作成した（ScanStation C10 は取得データの確認まで、来年度の作図を予定している）．使用された三次元点群データは、機器メーカー固有のデータで作図に差が無いことを確認するため、3.①図-1 のとおり使用評定点の点数や機械点の位置等を性能の許す限り、同条件での計測とした．また，検証用平面図は検証用としてトータルステーションを用いて事前に作成された．どちらも金沢工業大学の研究グループ等により測量が実施された．

4. 得られた成果

三次元点群平面図と事前に作成した検証用平面図とを重畳して比較に基づく検討結果は次のとおりである．

① LMS-Z620，GLS2000 の三次元平面図と検証用平面図の重畳比較

- ・ 図-2 の LMS-Z620 で見られた停止線 1 本分のズレ（図-2 の拡大図参照）は，反射強度が大きく違う箇所であることから通常発生しないと考えられる．発生原因としてはキャリブレーションに問題があった可能性が高く，キャリブレーションが確実にされているか確認することが必要である．特にレーザセンサの視準軸とカメラの視準軸が同一でない場合は，点群と画像の位置合わせが難しい
- ・ LMS-Z620（図-2），GLS2000（図-3）の両方で判読ができず図化されていない部分がある．通常図化は反射強度を白黒表示し，地物の形状をトレースすることで行われるが，図化されない原因としては，レーザ光がセンサーからの距離や入射角などの関係で照射間隔が粗くなることや，スポット径の大きさや楕円状に広がることにより，地物を正確に計測されないこと推測された．こ

のため、表示される形状が歪むことで判読ができない、又は判読を誤り精度が劣化する。さらに、ぼやけるため写真などによる確認のための効率の低下も懸念された。点群の密度以外で判読に影響する反射強度やスポットの径や間隔などの関係性を明らかにし、精度や効率への影響を調査する必要がある。

- ・昨年報告済みの Focus350 も加えた検討では、使用した三次元点群のフィルタリング度合いや図化担当者の熟練度についても差が出るとの意見があり、機器性能以外にも考慮する必要がある。

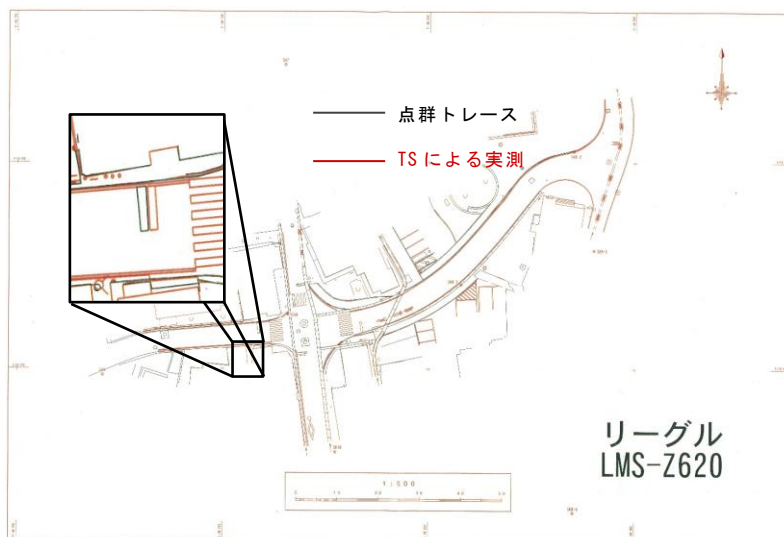


図-2 検証用に作成した地図情報レベル 500 の平面図 (LMS-Z620 の重畳比較)

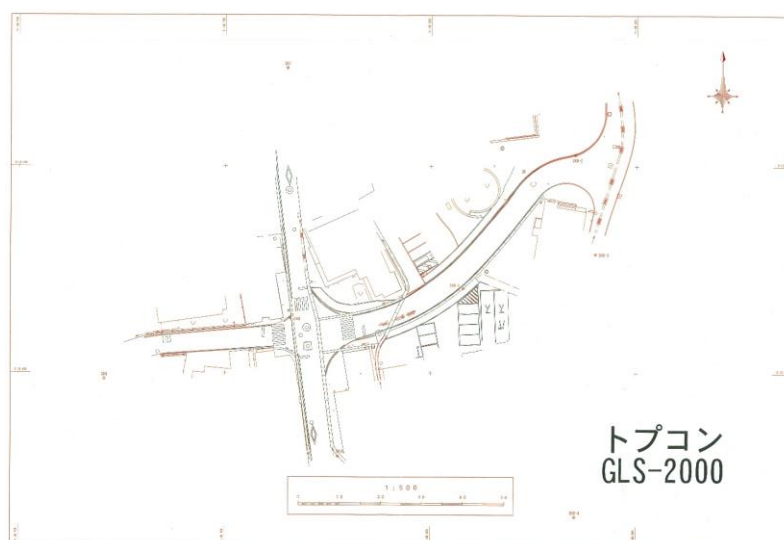


図-3 検証用に作成した地図情報レベル 500 の平面図 (GLS2000 の重畳比較)

②スポット径の距離，入射角による違い

平成 29 年度までに、ハンディ型レーザ距離計 2 機種 (BOSCH GLM100C, Leica DISTO X310), トータルステーション及び地上レーザスキャナ 2 機種 (Leica Scan Station C10, Nikon Trimble GS200) の観測距離や入射角の違いによるスポット径の変化のスポット径の変化計測を行っている。今回新たに、赤外線カメラ (金沢工業大学保有) を用いて RIEGL LMS-Z620 の計測を行った。これらを合わせた比較の結果、ハンディ型レーザ距離計 2 機種に比べて、スポット径が圧倒的に小さいと考えられていた地上型レーザスキャナが、LMS-Z620 の結果からハンディ型レーザ距離計と同程度のもも存在することが明らかになった。

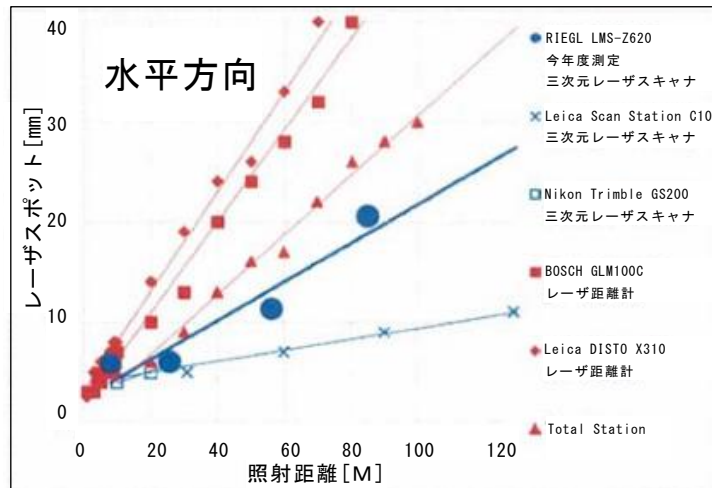


図-4 スポット径の測定結果（水平方向）

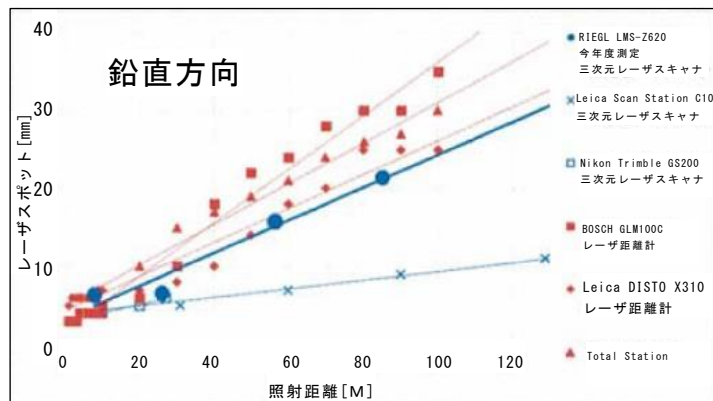


図-5 スポット径の測定結果（鉛直方向）

③その他

夏季の暑熱環境の計測精度への影響とそのデータを使用した平面図の再現性や、点検測量の分量等も今後調査が必要な事項として挙げられた。

5. まとめ

検証用平面図との重畳比較の結果、キャリブレーションの適否、計測環境に課題があることが明らかになった。また、レーザのスポット径は1機種の実証実験が行われ、結果はレーザ距離計と同程度の大きさのスポット径となる地上レーザスキャナが存在することが確認された。

今後は、夏季の暑熱環境が計測精度に与える影響や点検測量の分量等を調査するための実証実験、スポット径等の計測を行う予定である。これらの結果に基づきマニュアル（案）の汎用性や効率化を確認し、i-Construction 推進の一助としたい。

参考文献

橋本栄治、松尾健一、倉田一郎、清水雅行（2018）：地上レーザ測量マニュアル（案）の実証実験（第2年次）、平成29年度調査研究年報、16-17。

鹿田正昭（2012）：地上型レーザスキャナーデータ計測の標準化に関する調査研究、
<http://www.jacic.or.jp/josei/pdf/2010-10.pdf>（accessed 17 Apr. 2019）。