

低価格 GNSS の低価格 VRS 測位における精度検証

日本ミクニヤ株式会社 非会員 ○大森 誠紀

日本ミクニヤ株式会社 正会員 市村 康

1. はじめに

測量現場等では、精密な位置情報を得るために RTK-GNSS を利用しているが、これらの機器は高価なもので数百万円もする。現場の効率化を図るためには、複数の機器を用いることが効果的と考えられる。近年、低価格の RTK-GNSS も出てきており、事例報告もあり¹⁾²⁾³⁾、複数の機器を現場に導入できる可能性があり、現場の効率化やコストの低減に結び付けられることが期待される。また、測量には、ドローンを用いる場合も多くなっているが、ドローンにおける測量では、「UAV を用いた公共測量マニュアル(案)」⁴⁾に従うと、飛行時間よりも地上測量に時間がかかることも多く、現場の効率化が課題となっている。

そこで、本稿では、測量現場の効率化を図るために、複数台数の利用を目的とし、低価格 GNSS を用い、低価格の VRS 測位を行ったのでその結果について報告する。

2. 検証方法

GNSS は、2 周波 RTK センチメートル級 u-blox F9P 搭載の DG-PRO1RWS を使用した。VRS は、ichimill を用いた。その特徴は、3300 ヶ所以上の基準点があり、BEIDOU(中国)を使用することができ、多くの人工衛星を利用できる点にある。各国の 2021 年 3 月 30 日時点の機体数は、中国の BEIDOU が 49 機で一番多く、次いでアメリカの GPS の 31 機である。

測位結果は、Bluetooth で DG-PRO1RWS から RTK-GNSS の情報得て、WIFI で補正データを受け取り、Android スマートフォン内部に保存される。詳細な設定は、専用のフリーアプリを用いることでできる。図-1 は本システムの概要を示す。

検証は、GNSS の組合せ測位、最低衛星仰角を変えての測位とし、データの更新間隔を 1 秒(1Hz)としスマートフォンに位置データを保存した。最低衛星仰角を変えることで、ビルの谷間等でのマルチパスの影響を減らすことができるのでその検証を行った。

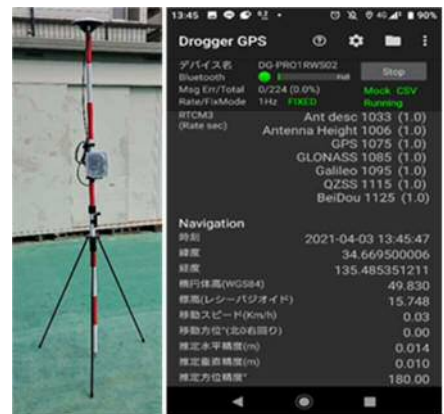


図-1 システム概要
(左図：アンテナと GNSS 本体
右図：アンドロイド受信画面)

2.1 定点における検証方法

定点における測位は、8 ケースで、各ケースを表-1 に示す。GNSS の組合は、GPS+QZSS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU と、最低衛星仰角 15 度と 40 度で行った。なお、GLONASS と BEIDOU は同時測位ができない。また、GPS と QZSS の個別選択はでき

表-1 GNSS による測位ケース

衛星	測位ケース							
	1	2	3	4	5	6	7	8
GPS+QZSS	○	○	○	○	○	○	○	○
GLONASS		○			○			
GALILEO			○		○	○	○	○
BEIDOU				○		○	○	○
最低衛星仰角(度)	15	15	15	15	15	15	15	40

※GLONASSとBEIDOUは併用できないため未実施

側の街区三角点では最低

キーワード 低価格, GNSS, VRS, 測量

連絡先 〒699-050 島根県出雲市斐川町荘原 2930-6

TEL 0853-88-3928

衛星仰角 15 度および 40 度に設定した。

2.2 移動体における検証方法

移動体における測位は、2 ケースである。天空の開けてない林内部およびやや開けている林縁部とした。なお、開放場所で FIX 状態から、林内部および林縁部を移動することとした。都市部近郊の広島市南区元宇品町南側の島内道路および海岸線遊歩道にて、GARMIN のハンディ GPS との比較検証を行った

3. 検証結果

3.1 定点における測位精度

定点における測位では、基準点を定点とし、測位精度の確認を行った。測位は令和 3 年 3 月 3 日、31 日にそれぞれ出雲、大阪で行った。その定点における天空方向の遮蔽環境を図-2 に示す。出雲は、天空が開けているが、大阪は、遮蔽物が多く南側が少し開けている。

表-3 に、検証結果の一覧を示す、FIX 率は、最低衛星仰角 15 度では、ケース 6 と 7 が高かった。また、FIX までの時間も短かった。衛星数が少ないと、FIX までにかかる時間も増した。ケース 1 から 6 と、ケース 7 および 8 では、場所も測定日も異なるが、水平精度および鉛直精度は共に 7 cm 以下であった。



図-2 定点における遮蔽環境(左：出雲，右：大阪)

表-2 測結果一覧

ケース	1	2	3	4	5	6	7	8
衛星名	GQ	GQ・GL	GQ・GA	GQ・BD	GQ・GL・GA	GQ・GA・BD	GQ・GA・BD	GQ・GA・BD
衛星数	12	18	16	23	24	29	23	14
測定場所	出雲市	出雲市	出雲市	出雲市	出雲市	出雲市	大阪市	大阪市
最低衛星仰角(度)	15	15	15	15	15	15	15	40
FIX率(%)	71.8	97.0	84.1	97.6	92.1	97.6	100.0	82.3
FIXまでの時間(s)	179	18	101	14	51	15	0	102
水平誤差(cm)	6.7	5.9	6.4	6.5	6.7	6.5	1.8	0.5
垂直誤差(cm)	1.7	1.3	1.5	0.2	0.4	1.5	1.5	6.6

※観測時間:約10分間

図-3 に水平精度と鉛直精度の箱ひげ図を示す。水平精度では、ケース 2、ケース 6、ケース 8 でばらつきが少なかった、鉛直精度では、ケース 2 でばらつきが少なかった。マルチパスの影響を確認するため、衛星仰角を変えたケースでは、水平精度では仰角が大きい方がよかったが、鉛直精度では悪い結果となった。

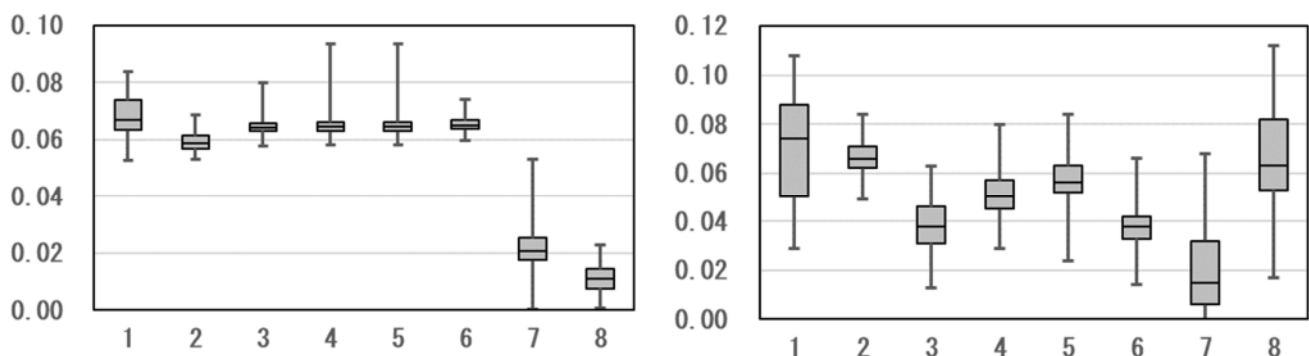


図-3 各ケースの水平精度(左図)と鉛直精度(右図)

図-4 は、測定値の平均値からのずれの水平方向分布の一例を示したものである。ケース1および8は x 方向の広がりが大きく、ケース6は xy 方向共にひろがり小さい結果となった。いずれもプラスマイナス3cm 以内に収まっている。

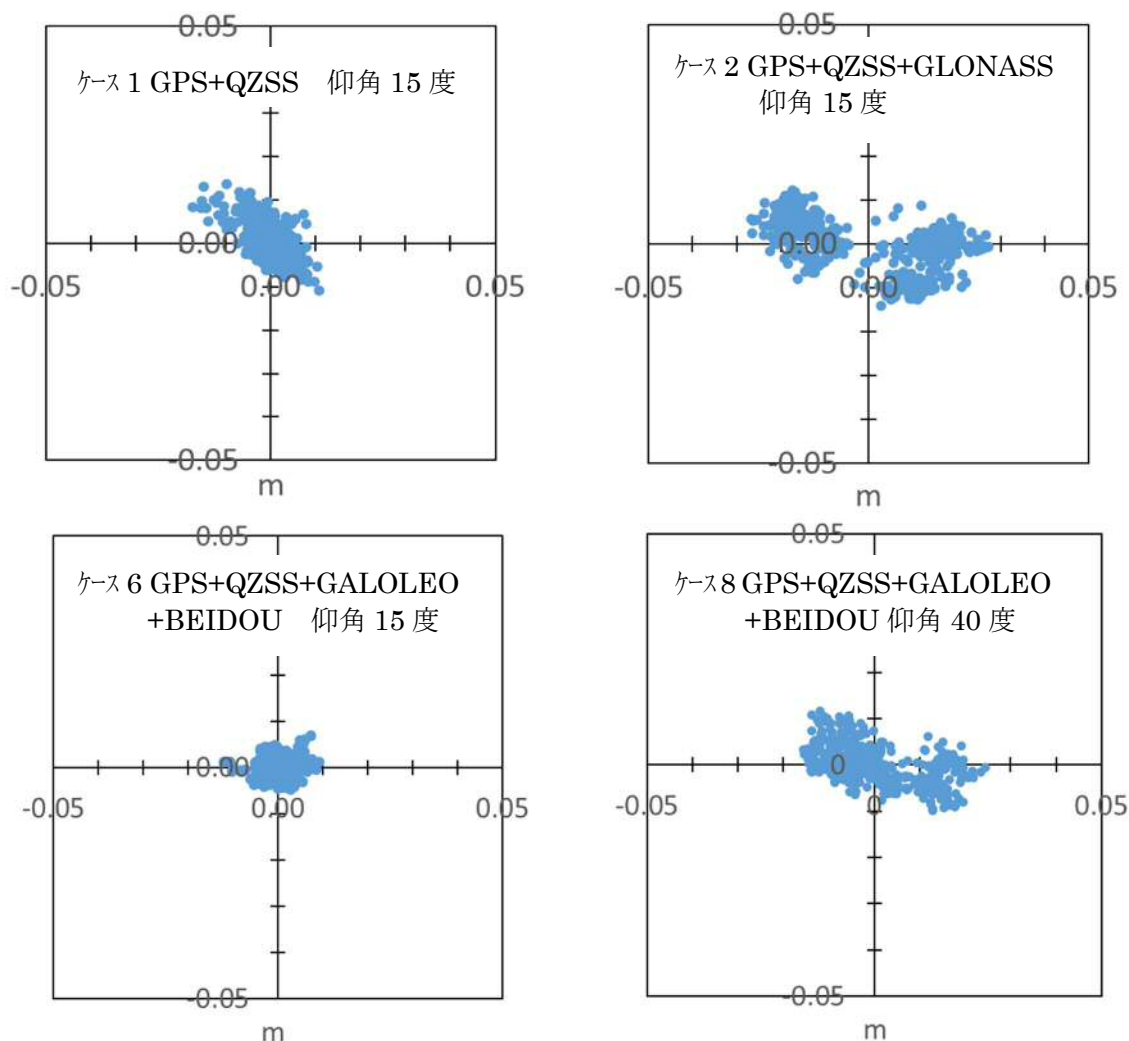


図-4 ケース1, 2, 6, 8における水平分布

図-5 は、測定値の平均値からの z 方向のずれの時系列の一例を示したものである。ケース1は 300 秒を超えたあたりから急激に 5cm 程度変化している。また、ケース1と8は z 方向の変動が大きい。ケース2と6はプラスマイナス2cm 以内に収まっている。

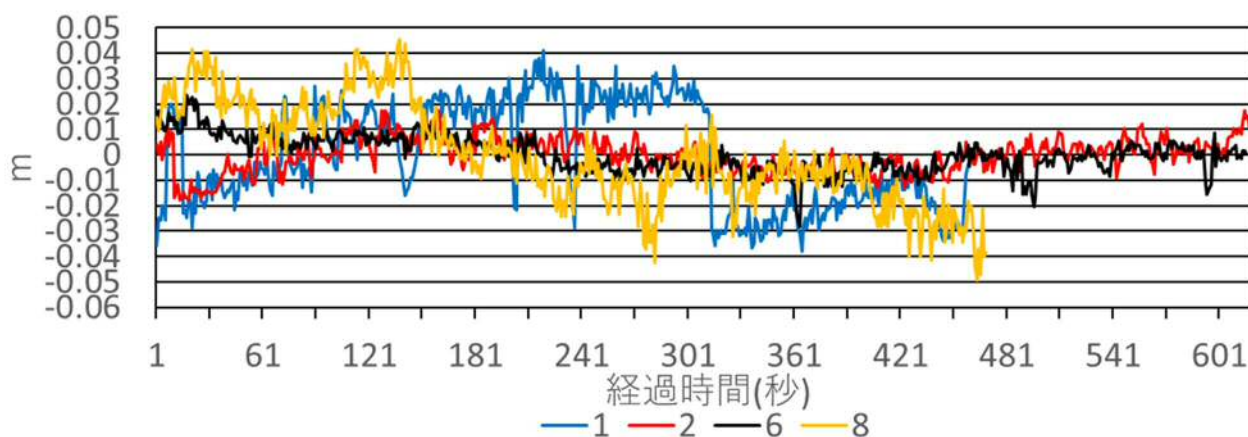


図-5 ケース1, 2, 6, 8の z 方向の時系列変化

3.2 移動体における測位精度

衛星測位にとって林内の影響を受けるため、移動体における測位精度を確認した。測位は令和3年3月17日に広島市内で行い、GNSSの組合せは、GPS+QZSS+GLONASSにて実施した。林内部の代表的な遮蔽環境は、図-6に結果を示す。図-7には、測位結果を示す。

林内部では、衛星数が11~15と低く、FIXは低く、3D DGNSSレベルの受信状態が半数以上と高かった。移動体における精度検証図を見ると、図-7左図の上部中央の遮蔽物の少ない箇所より林内部に向かうにつれ、精度が悪くなり、一部で道を逸脱する区域も見られたものの、概ね道路側に軌跡が見られる。GRAMINと比較すると、圧倒的に精度は良いことがわかる。

林縁部では、衛星数が10~17であったが、FIXしておらずほぼFLOATであった。しかしながら、移動体における精度検証図を見ると、歩道右側(護岸上)に軌跡が見られ、実際通りであった。GRAMINGPSでは歩道をジグザグに軌跡があり、実際と異なっていたことから、圧倒的に精度は良いことがわかる。

4. おわりに

精度検証の結果、定点における測位では、水平精度および、垂直精度7cm以内であった。低価格GNSSの低価格VRS測位を行っても、精度に影響の無いことが分かった。また移動体における測位では、開放部は精度良く、林内部および林縁部においても、FIX状態ではなかったものの、現地測位時のルートが再現されていた。そのため、GARMINと比較すると精度がよいことが分かった。また、開放部にてFIX状態から測位をはじめることにより、さらに精度向上にできると分かった。

本稿では、測量現場の効率化を図るために、複数台数の利用を目的とし、低価格GNSSを用い、低価格のVRS測位を行い、比較的良好な結果が得られた。今後、災害現場および構造物施設等の測量現場における効率化に寄与し、今後更に活用されると考えられる。

参考文献

- 1) 大泉拓也, 河井恵美, 猿渡雄二, 桐山魁, 阿久津愛貴, 川野邊慧, 荒木義則, 森安貞夫, 高田知典, 岡本修: 災害調査でのRTK受信機利用に向けた性能評価, 応用測量論文集, vol30, pp.119-125, 2019.
- 2) 小林裕之: 低コスト2周波GNSS受信機による開空間での静止測位と後処理解析の事例報告, 森林利用学会誌, 35巻3号, pp.159-165, 2020.
- 3) 田中龍児, 外山泉, 石澤直樹: 低価格RTK-GNSSの精度検証, 第一工業大学研究報告, 第32号. pp. 59-62, 2020.
- 4) 国土地理院: UAVを用いた公共測量マニュアル(案), 2017.



図-6 林内部の遮蔽環境

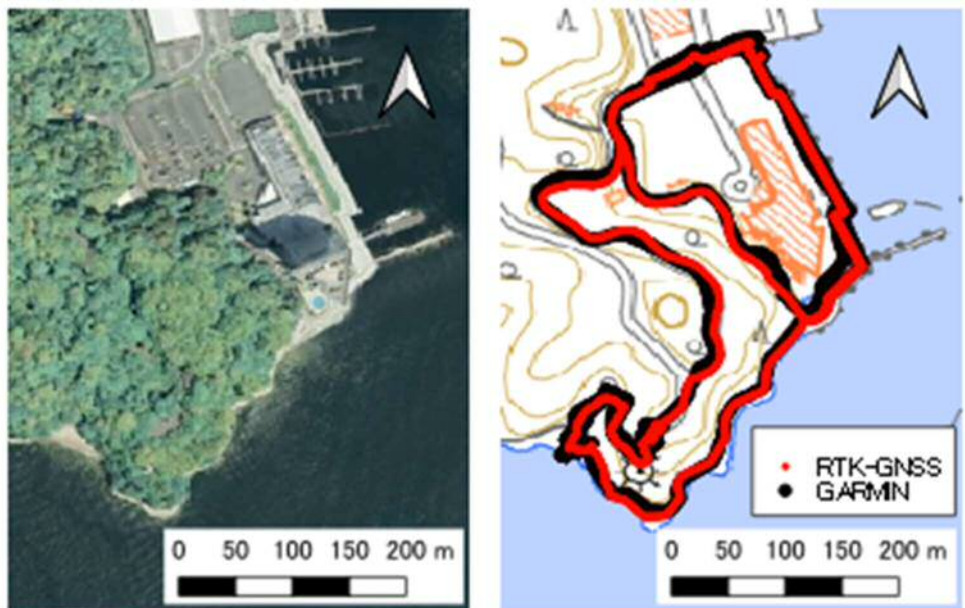


図-7 林内部での測位