

F1-26

準天頂衛星の併用による GPS 搬送波位相測位の精度向上に関する研究

Study on the Accuracy Improvement of GPS Carrier Phase Positioning by the Combination Use of QZSS

○伊藤登¹ 佐田達典² 江守央²*Noboru Ito¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: The purpose of the study is to compare the positioning accuracy between by GPS and by GPS and QZSS. Using the five reference points, QZSS was divided at the time of ascending and descending and analyzed at each elevation angle. As the results, there was almost no change in X direction and Y direction with or without QZSS. However, there was improvement effect on altitude with QZSS. In addition, a combination effect of QZSS was greatly seen on the altitude at the elevation angle more than 80 degrees.

1. はじめに

衛星測位システム (GNSS) は衛星から送信される信号を利用して現在位置を知ることができるシステムである。現在、アメリカの GPS やロシアの GLONASS などの衛星があり、日本でも準天頂衛星 (QZSS) が運用されている。準天頂衛星は日本の天頂付近に長時間滞留し、GPS と同じ測位信号を使用しているため、GPS の信号が受信しにくい都市部や山間部でも測位できる可能性が高まる。現在、準天頂衛星は 1 機が試験運用中であるが、2017 年度に 3 機打ち上げ、2018 年度には 4 機体制となる。将来は 7 機でのサービスを目指している。準天頂衛星は、日本で測位システムを利用する上で欠かせない存在になる可能性が非常に高い。

藤原らは、準天頂衛星の併用による衛星測位精度向上効果の検証において、QZSS を併用することで鉛直方向の測位精度は向上する傾向が見られ、また QZSS が天頂付近に位置すると併用効果は大きくなることを明らかにした^[1]。しかし、検証したデータはごく一部の観測データであったため、多くのデータで検証する必要がある。

本研究では地点・仰角毎における衛星測位精度の解析・評価を行い、GPS、GPS と QZSS を併用した場合を比較し、QZSS の併用効果を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

本研究で使用する測位データは、2017 年 5 月 16 日～19 日に日本大学理工学部船橋キャンパスで 24 時間観測にて取得したものを使用する。また Figure 1 に示すように観測は 5ヶ所で行った。Figure 2 に示す受信機は Trimble 社の NetR9 を使用した。



Figure 1. Observation points



Figure 2. GNSS observation

3. 解析方法

解析には 24 時間データから、QZSS が仰角 30° 以上に位置している時間帯で、103 地点を基準局に、1 秒毎の移動局 101, 102, 104, 105 地点の座標データを RTKLIB を用いて解析した。また、衛星の仰角が 15° 以上の衛星電波を使用し、QZSS の上昇時、下降時に分け、仰角毎に解析を行う。GPS と QZSS を使用し、X, Y, 標高のそれぞれの標準偏差、RMS 誤差を比較し評価を行った。

4. 考察

Figure 3 に GPS, Figure 4 に GPS+QZSS の 1 秒毎の測位結果の分布図を示す. 左が平面図, 右が立面図である. QZSS を併用した場合, X 座標, Y 座標の変化はほぼないが, 標高のばらつきは小さくなっているため, 標高に併用効果があると考えられる.

Figure 5 は 101 地点の GPS と, QZSS を併用した GPS を比較した下降時の標高の標準偏差のグラフである. 仰角が 80° 以下であると, QZSS の併用効果はなく, 仰角が 80° 以上であると QZSS を併用した場合, 標準偏差が 5 mm 改善している. また, Figure 6 は 102 地点の GPS と, QZSS を併用した GPS を比較した下降時の標高の標準偏差のグラフであるが, 仰角が 60° 以下では, QZSS の併用効果はなく, 仰角が 80° 以上で QZSS を併用した場合, 標準偏差が 3 mm 改善している.

Figure 7 は 101 地点の GPS と, QZSS を併用した GPS を比較した上昇時の標高の RMS 誤差のグラフである. 仰角が 60° 以下であると, QZSS の併用効果はなく, 仰角が 80° 以上であると QZSS を併用した場合, RMS 誤差は 1.5mm 改善している. また, 仰角が $60^\circ \sim 70^\circ$, $70^\circ \sim 80^\circ$ の場合も QZSS の併用効果がある. Figure 8 は 101 地点の GPS と, QZSS を併用した GPS を比較した下降時の標高の RMS 誤差のグラフである. 仰角が 80° 以下であると, QZSS の併用効果はなく, 仰角が 80° 以上であると QZSS を併用した場合, RMS 誤差が 2 mm 改善している. 以上から, 地点, 上昇時, 下降時に関わらず仰角が 80° 以上であると標高では大きく QZSS の併用効果が大きい.

5. おわりに

本研究では, QZSS が仰角 80° 以上に位置する場合に GPS と併用することで鉛直方向に対する併用効果は大きいことを示した. 今後は 104 地点と 105 地点を解析し, 多くのデータ数で検証を行い, QZSS の上昇時・下降時の関係や, 地点別の精度を明らかにする.

謝辞: 実験にご協力いただいた, 株式会社パスコの三島研二氏に心より謝意を表す.

参考文献

[1] 藤原弘: 「準天頂衛星の併用による衛星測位精度向上の効果の検証」, 平成 27 年度日本大学理工学部学術講演会講演集, pp.343-344, 2015.
 [2] 内閣府: みちびき(準天頂衛星システム), <http://qzss.go.jp/>, (2017 年 9 月閲覧)

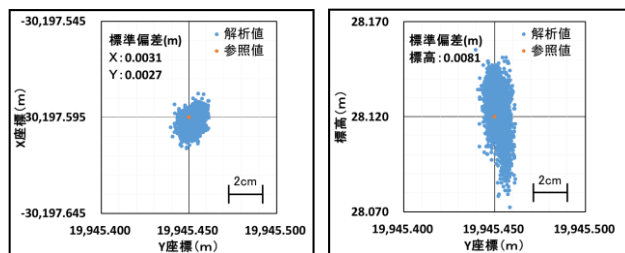


Figure 3. Scatter plots of horizontal error and vertical error by GPS

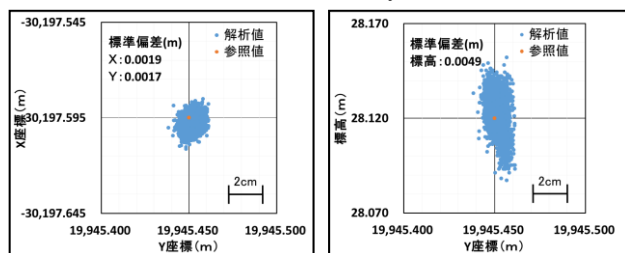


Figure 4. Scatter plots of horizontal error and vertical error by GPS and QZSS

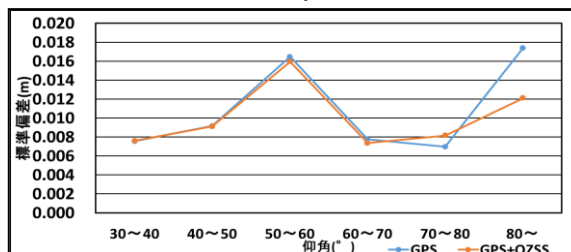


Figure 5. Standard deviation at 101 (descending)

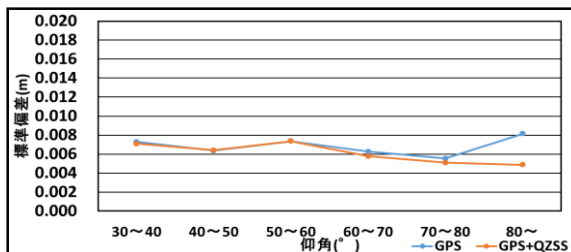


Figure 6. Standard deviation at 102 (descending)

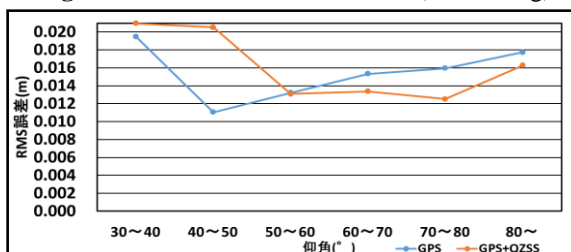


Figure 7. RMS error at 101 (ascending)

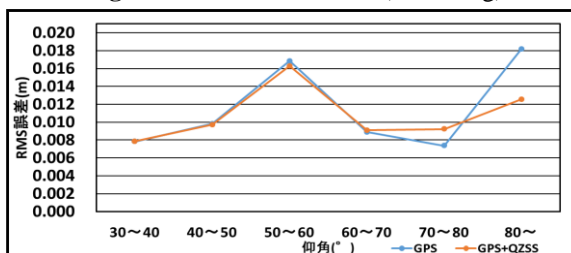


Figure 8. RMS error at 102 (descending)