

F1-11

VRS 測位における複数衛星系の併用効果に関する研究

Study on the Effects of Combined Use of Multiple Satellite Systems for VRS Positioning

○大野木華¹, 佐田達典², 江守央², 田村悠太郎³*Hana Onoki¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori², Yutaro Tamura³

Abstract: In this research, we conducted static positioning experiments using VRS on the 3 points. Antennas were installed at each location and observations were made for 6 hours. We compared the effects of using different combinations of positioning satellites. According to the experimental results, there was little difference in the effectiveness of the combination at point 103 under the open sky, and at point 211 where the north and south sky was covered with trees, the combination of GPS and Galileo was the most effective. At point 213 where the northern half of the sky was blocked by buildings, accuracy was low for all combinations.

1. はじめに

全地球航法衛星システム (Global Navigation Satellite System) とは、航法衛星から発信される信号を用いて位置測定、航法、時刻配信を行うシステムである。GNSS 衛星には、GPS (アメリカ)、QZSS (日本)、GLONASS (ロシア)、Galileo (EU) などがある。

VRS (Virtual Reference Station) 測位とは全国の国土地理院の電子基準点での観測データを、配信機関である日本測量協会から民間の位置情報サービス事業者へ配信し、サービス事業者の計算センターから利用者へリアルタイムに補正データを配信するネットワーク型 RTK 法の一つである。VRS は仮想基準点方式により基地局を必要とせず、移動局受信機 1 台で高精度な測位をすることができる。

既存研究として、江守ら^[1]は VRS 測位における GPS と QZSS 併用による測位精度の向上効果の検証を行い、別途後処理の VRS 測位実験データを用い、衛星配置図、DOP、仰角の観点から VRS 測位における QZSS の利用効果について報告をしている。また、江守ら^[2]は都市部移動体測位を VRS 方式で GPS と複数衛星系を使用した実験を行い、測位精度を向上させる最適な衛星系の組み合わせを検討している。

そこで、本研究では VRS 方式による静止測位を異なる場所で長時間観測し、複数衛星系での組み合わせ比較の検証を行うことを目的とする。

2. 実験概要

2023年6月29日、7月6日、7月13日に日本大学理工学部船橋キャンパスにて VRS における複数衛星系での静止体測位の実験を行った。衛星は GPS、QZSS、Galileo、GLONASS の4つの衛星を受信した。以下 GPS を G、QZSS を J、GLONASS を R、Galileo を E で示す。

衛星の組み合わせとしては、G、GJ、GR、GE、GJR、GJE、GJRE の7通りで観測をした。Figure 1 は実験場所の天空写真を示しており、各々の点を6時間観測した。103 はオープンスカイの場所、211 は南側と北側に遮蔽がある場所、213 は建物により半分が遮蔽となっている場所であり、天空状況が異なる場所を選び観測した。



Figure 1. Sky photography of the observation points

3. 解析方法

リアルタイムで取得した1秒ごとの緯度、経度、楕円体高の測位結果を平面直角座標と標高に変換する。評価は Fix 率、RMS 誤差、平面分布図で行う。Fix 解とは、搬送波位相測位計算の結果、バイアスが整数値で求めた厳密解であり、数 mm~数十 mm の精度になる。Fix 率とはすべての測位解に対する Fix 率の割合で、100%に近い程安定した測位と判断できる。

4. 解析結果

Figure 2 は各地点の Fix 率である。各々の地点の遮蔽状況から想定されるように、103、211、213 の順で Fix 率の値が高い。Fix 率のみで評価すると 103 は G、211 は GE、213 は GJR が最も精度が良いことがわかる。

Figure 3 は 103 の RMS 誤差の解析結果である。103 はオープンスカイなので全体的に RMS 誤差の値が小

1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通 3 : 日大理工・院 (前)・交通

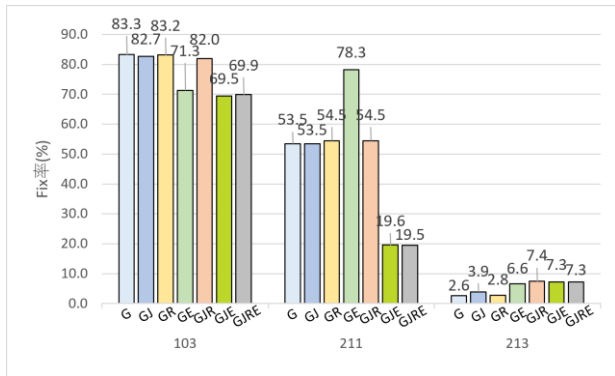


Figure 2. Fix rate for each location

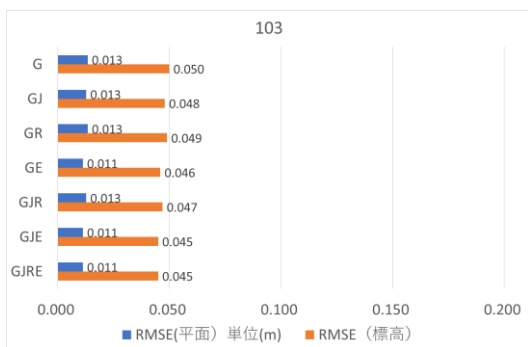


Figure 3. RMS error at point 103

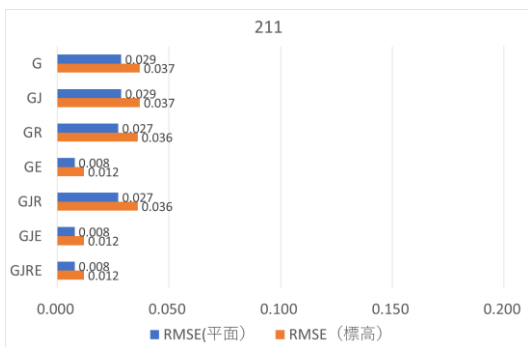


Figure 4. RMS error at point 211

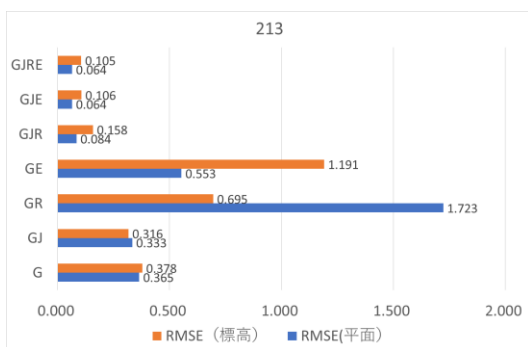


Figure 5. RMS error at point 213

さく、どの組み合わせも値に差はほとんどなかった。

Figure 4 は 211 の RMS 誤差の解析結果である。211 は南側と北側に遮蔽がある場所であることから RMS 誤差は水平方向の値が若干大きくなったが、その中でも GE, GJE, GJRE の精度が最も良かった。

Figure 5 は 213 の RMS 誤差の解析結果である。213 は天空の北側半分が遮蔽であるため各地点の中でも最も RMS 誤差の値が大きい結果となった。GJR, GJE, GJRE の 3 つが RMS 誤差の値が低い結果となった。GJR, GJE, GJRE の受信衛星数の平均は 11 個であり、他の組み合わせでの平均は 7 個である。そのため前者 3 つの RMS 誤差の値が小さかった。

総合的には 103 は組合せごとの差は小さく、211 は GE の精度が良く、213 は受信衛星数が多いものが精度が良くなる結果となった。

5. 考察

103 は G のみでも複数衛星を併用しても変わらず精度が良かった。オープンスカイでは、E を併用すると Fix 率が低くなる結果となった。そのため、できる限り使用する衛星を絞って観測することが重要であると考えられる。

211 は GE が最も精度が良かった。また、J は南側に位置するため、211 では安定した受信ができず併用効果が現われなかったと考えられる。

213 は遮蔽部分が多いため GJR, GJE, GJRE のように衛星数を増やすことが精度向上につながると考える。

6. まとめ

本研究では、VRS 測位における複数衛星系の併用効果に関する検証した。異なる状況下において、選択すべき衛星の組合せをある程度絞り込むことができた。

今後は移動体の VRS 測位において衛星の組合せを検討していく予定である。

7. 参考文献

[1] 江守央, 甲高直弥, 佐田達典:「VRS 測位における QZSS 併用による測位精度向上効果の検証」, 応用測量論文集, Vol.31, pp.55-65, 2020.

[2] 江守央, 山寺祐太, 宮澤墨, 佐田達典:「都市部移動体測位における VRS 方式の信頼性評価と複数衛星系の最適な組み合わせの検証」, 応用測量論文集, Vol.33, pp.75-85, 2022.