

F1-9

オープンスカイ環境下での VRS 測位における衛星測位システム選択に関する研究 Study on the Selection of Satellite Positioning System in VRS Positioning under Open Sky Environment

○入倉望¹, 佐田達典², 江守央², 山口龍也³Nozomu Irikura¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori², Ryuya Yamaguchi³

Abstract: In recent years, many countries have developed global navigation satellite systems, and Japan has been developing QZSS. This study conducted an experiment by VRS on satellite positioning system selection under open sky environment. Seven combination patterns of positioning satellites GPS, QZSS, GLONASS, and Galileo were compared in this experiment, and which of the most effective combination was evaluated. As a result, the combination of GPS, QZSS and GLONASS was evaluated as the most effective one.

1. はじめに

国土交通省の取り組みである i-Construction^[1]では、衛星測位による位置情報取得による建設技術の推進が行われている。みちびき（準天頂衛星システム）は準天頂軌道の衛星が主体となって構成されている日本の衛星システムである。2018年より4機体制でのサービスを開始し、各所で実証実験や実験が行われている。そして2023年度より7機体制でのサービス運用が予定されている。

VRS（Virtual Reference Station）測位とは仮想基準点方式測位のことである。一般的な RTK（Real Time Kinematic）測位では基準局と移動局の2か所を必要とするが、VRS 測位では基準局を仮想的に生成することで移動局のみでの測位が可能である。衛星からは測位信号をアンテナで受信し、補正情報は地上のネットワークを使用して配信事業者から送信されるという特徴がある。2021年9月現在、VRS 測位にて使用可能な衛星は GPS, QZSS, Galileo, GLONASS である。

既存研究では江守ら^[2]は VRS 測位における QZSS 併用効果の検証を行っている。そこで本研究では VRS 測位におけるオープンスカイ状況での最も有効的な GNSS 併用パターンを明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

本研究では2021年8月2日にて日本大学理工学部船橋キャンパス交通総合試験路で得られたデータを用いる。測位時間は日本で10:00~16:00で行った。静止実験は **Figure 1.** に示している遮蔽のないオープンスカイ環境下である地点 203 であり、受信機は Trimble 社製の NetR9 受信機を使用し、VRS 測位における補正情報はジェノバ社のデータを使用した。実験は **Table 1.** 衛星の組み合わせを変え計7パターンでの測位を行った。

Table 1. Combination pattern of GNSS

パターン	併用衛星
1	GPS
2	GPS・QZSS
3	GPS・GLONASS
4	GPS・Galileo
5	GPS・QZSS・GLONASS
6	GPS・QZSS・Galileo
7	GPS・QZSS・GLONASS・Galileo

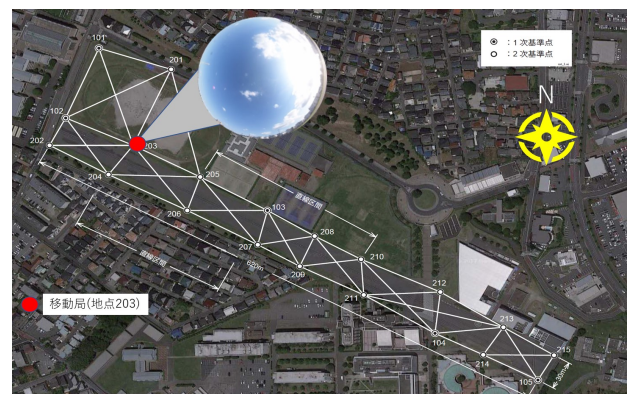


Figure 1. Experimental scenery

Source : Created by the author based on Google Maps.

3. 解析手順

RTKNAVIにて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IX系のX、Yと標高に変換した。取得したNMEAデータをExcelを使用し解析を行った。評価指標としてFix解が全体で占める割合であるFix率、参照値からのばらつきであるRMS誤差、観測衛星数をもとに検証を行った。

4. 実験結果

(1) Fix 率

対象とした7つのGNSS併用パターンのFigure 2. のFix 率を見定める。以下GPSはG, QZSSはJ, GalileoはE, GLONASSはRと表記する。結果はGJR, GJの2パターンが他と比べ85%を超えて高いFix 率となった。その他の組み合わせについては差は小さかった。GJREは最も衛星数が多かったがFix 率は77.4%にとどまった。

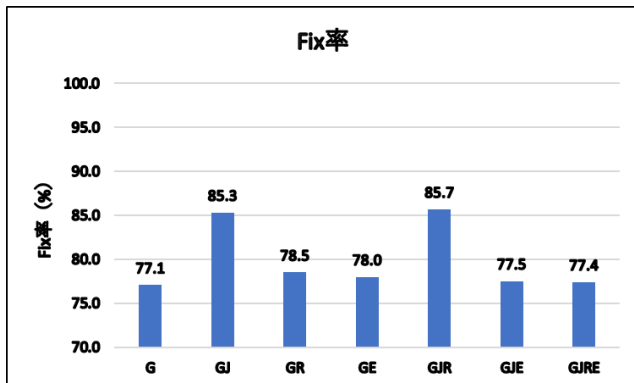


Figure 2. Fix Rate for each GNSS combination

(2) RMS 誤差

RMS 誤差とは参照値からのばらつきを示す指標である。Figure 3. にて各パターンのRMS 誤差を示す。

最もばらつきの小さかったパターンはGJEとGJREであった。GJEとFix 率の高かったGJRと比べると水平では1mm, 垂直では4mm差であった。GJEと比較しGJRはFix 率は8%高く, データ数は1500個分多い。

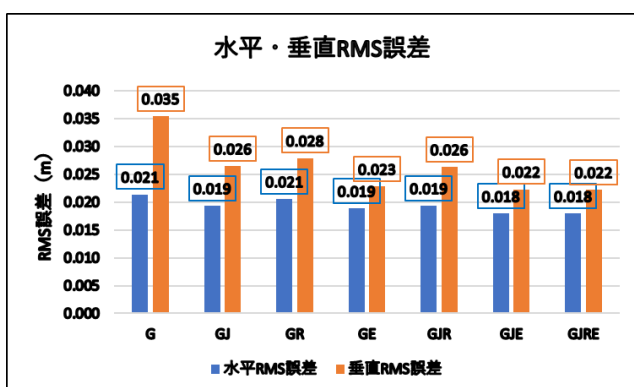


Figure 3. Root Mean Square for each GNSS combination

(3) 平均観測衛星数

Fix 解の時の観測衛星数の平均をとったグラフをFigure 4. に示す。観測衛星数については組み合わせの多いパターンほど平均観測衛星数は多い傾向にある。そこでRMS 誤差の良かったGJEとFix 率の高いGJR

と比較する。条件と違いとしてはGPSとQZSS使用は同じであるため、GLONASSとGalileoの違いになる。平均観測衛星数でみるとGJRがGJEよりも平均で0.2機分多くなっている。そのことから上記の2パターンではGJRが有効なFix 率を出したものであると考えられる。

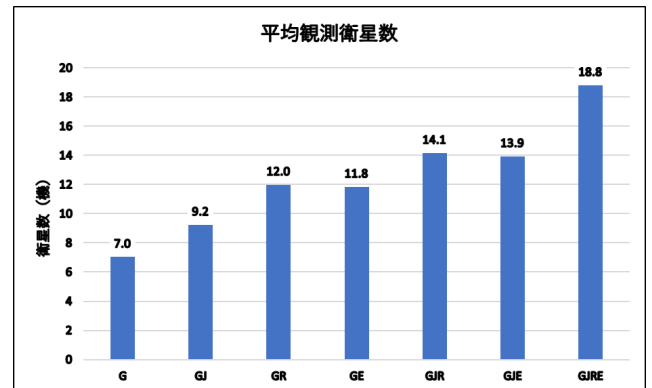


Figure 4. Average Satellite for each GNSS combination

5. まとめ

本研究では、VRS測位でのオープンスカイ環境下でのGNSSの併用パターンについての実験を行った。結果はオープンスカイ環境下ではGPS, QZSS, GLONASSの組み合わせが最も安定して測位ができた。Fix 率は他のパターンと比べ8%ほど高く, 参照値のばらつきを示すRMS 誤差も同様な数値を記録した。しかし実際の現場では遮蔽のある環境が想定され, この結果はオープンスカイ環境での実験結果であることに留意する必要がある。

6. 今後の課題

本研究では静止測位でのオープンスカイ状況のみを対象として実験を行ったが, 遮蔽環境下や移動測位での測位は行っていない。得られたNMEAデータより衛星配置による精度劣化率であるDOP値による解析は困難であるため, 後処理解析が可能ならば検証していく必要がある。遮蔽環境下ではRTK測位でGalileo併用時の有効性を示すデータもあるためVRS測位でも同様に測位を行い効果を検証する必要がある。

参考文献

- [1] 国土交通省:「i-Construction」<<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html>> (入手:2021.9.1).
- [2] 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.55-66, 2020.