

F1-3

準天頂衛星システムと他の衛星測位システムとの併用効果に関する研究 Study on the Positioning Accuracy in Combination of Quasi-Zenith Satellite System with Other Global Navigation Satellite Systems

○照井理仁¹, 佐田達典², 江守央²*Rihito Terui¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: This study verifies the positioning accuracy by combined using of Quasi-Zenith Satellite System and other Global Navigation Satellite Systems. The Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) is a Global Navigation Satellite System (GNSS) currently under development with the aim of improving the satellite positioning accuracy in Japan. In this study, analyzing and comparing the positioning data for each combination of GNSS, we evaluate that which combination pattern is most efficient and highly accurate positioning. As a result, the combination of QZSS and GPS is evaluated the most effective one.

1. はじめに

準天頂衛星システム (QZSS) とは、日本国内での衛星測位の精度を向上させるために整備されている衛星測位システム (GNSS) である。2010年9月11日に初号機が打ち上げられ、2018年11月から4機体制での運用を開始した^[1]。

GNSS の併用の効果に関する先行研究として、斉藤ら^[2]の研究では、遮蔽物の影響および時間帯による測位精度低下を防げる GNSS の併用方法の検討を行っているが、QZSS は対象としていなかった。

本研究では、QZSS に他の GNSS を併用した際の測位精度について検証し、最も高精度な衛星測位を行える GNSS の併用方法を明らかにすることを目的とする。

2. 実験の概要

実験は、2019年6月から同8月にかけて、日本大学理工学部船橋校舎構内にて歩行による移動測位を計



Figure 1. Location of mobile positioning experiment
(Created from the GSI maps)

4回実施した。基準点103を基準局としたRTK測位で、Figure 1.に示す矢印の経路・方向に従い、一秒ごとの観測を行なった。衛星測位に利用したGNSSは、先に説明したQZSSの他、アメリカのGPS、ロシアのGLONASS、欧州のGalileo、中国のBeiDouで、これらの5種類のGNSSに対応するGNSS受信機であるTrimble NetR9を使用した。

3. 解析の方法

測位実験の観測データを後処理基線解析ソフトウェアであるRTKLIBを使用して解析を行なった。Table 1.に示すQZSSを中心とした全15通りのGNSSの併用パターンについて評価対象とした。測位精度の評価にあたり、以下の3つの解析結果を用いることとする。

(1) Fix 率

Fix 率とは、測位誤差が数 cm 程度で最も精度が高い測位解である Fix 解の測位全体のうちの比率である。

(2) 観測データ数

本研究においては、測位全体において取得した測位解の総数を観測データ数と定める。

(3) 平均観測可能衛星数

測位中に観測していた衛星数の測位全体の平均値を平均観測可能衛星数として算出する。

Table 1. Combination pattern of GNSS

(J:QZSS, G:GPS, R:GLONASS, E:Galileo, C:BeiDou)

併用数	GNSS の併用パターン
2 種類	J-G/J-R/J-E/J-C
3 種類	J-G-R/J-G-E/J-G-C/J-R-E/J-R-C/J-E-C
4 種類	J-G-R-E/J-G-R-C/J-G-E-C/J-R-E-C
5 種類	J-G-R-E-C (ALL)

1 : 日大理工・院 (前)・交通 2 : 日大理工・教員・交通

4. 実験の解析結果および測位精度の評価

対象とした GNSS の併用パターンごとの Fix 率, 平均観測可能衛星数, 観測データの結果の 4 回の実験の平均値を 3 項目まとめて **Table 2.**に, 項目別に **Figure 2.**から **Figure 4.**に示す. それぞれ赤色で表している箇所は各項目で最高値となった結果である.

Table 2. Results of 3 analysis items

GNSS	Fix率(%)	衛星数(機)	データ数(個)
J-G	72.8	10	2161
J-R	48.1	8	1823
J-E	42.6	7	1816
J-C	62.5	11	2108
J-G-R	63.6	14	2162
J-G-E	71.6	14	2161
J-G-C	70.2	18	2156
J-R-E	56.0	11	2027
J-R-C	60.5	15	2147
J-E-C	66.3	15	2156
J-G-R-E	55.7	18	2162
J-G-R-C	50.6	22	2159
J-G-E-C	65.0	22	2158
J-R-E-C	57.4	19	2163
ALL	43.3	26	2159

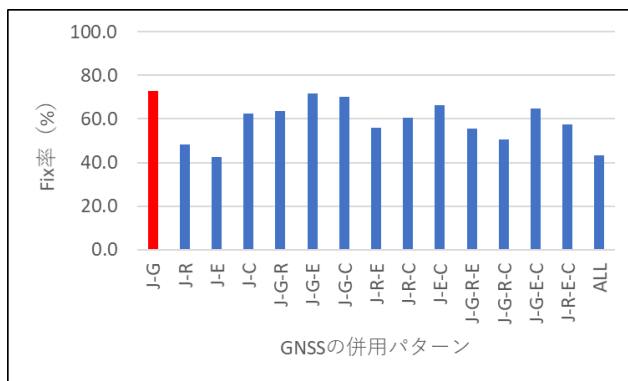


Figure 2. Fix Rate for each GNSS combination

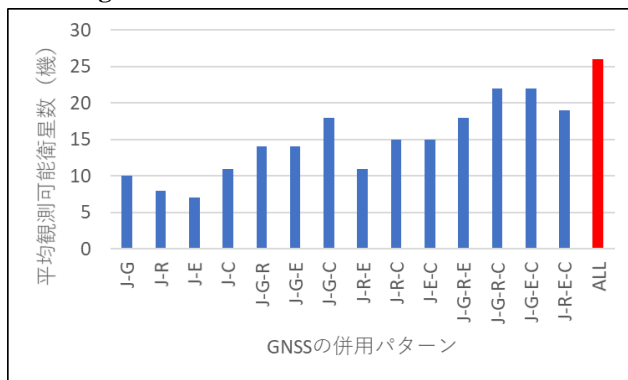


Figure 3. Average number of observable satellites for each GNSS combination

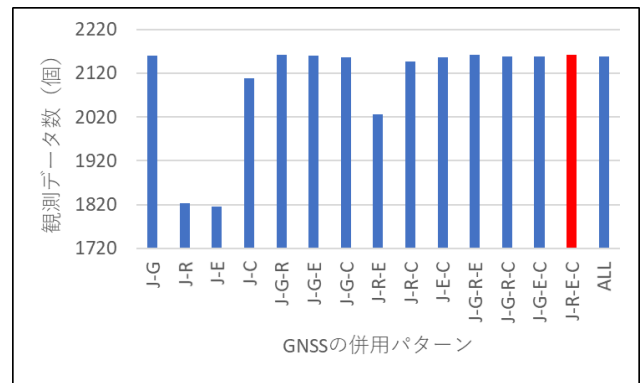


Figure 4. Number of positioning solutions for each GNSS combination

Table 2.から, Fix 率が最も高くなった GNSS の併用パターンは J-G の 72.8%で, 同じく 70%以上となったものは, J-G-E と J-G-C の二つのみであった. 平均観測可能衛星数との関係から, 衛星数が増加しても単純には Fix 率は上昇しないことになる. また, 観測データ数では, J-R-E-C の 2163 個が最多だが, 4 回の測位時間の平均が約 37 分間で, 毎秒測位解を取得した場合, 観測データ数は 2220 個と概算されるから, 2100 個台後半となっている併用パターンは, 同水準といえる.

以上の結果から, 最も測位精度が優れている GNSS の併用方法は, 使用した衛星数が少ないながらも Fix 率が最高で, 観測データ数も高水準であった J-G, すなわち QZSS と GPS の併用であると評価する.

5. おわりに

本研究は, 移動測位の結果から最適な GNSS の併用方法を検証, 評価した. しかし, 移動測位全体を一貫した検証を行なったため, 大学構内での総合的な測位精度を検証したに過ぎず, 局所的な地点における測位精度の表われ方については検証していない. 特に, 大学構内には多様な建物や樹木による電波遮蔽環境が存在しているため, 詳細な測位地点ごとの測位精度についても検証することで, より厳しい測位環境下においても安定した測位を行えるような GNSS の併用方法がどのようなものであるかを明らかにすることができると思われる.

6. 参考文献

- [1] 内閣府: みちびきの必要性, <https://qzss.go.jp/overview/services/sv02_why.html>, (入手 2020.10.23).
- [2] 斎藤飛雄, 佐田達典, 江守央: 複数の衛星測位システムを併用した搬送波位相測位に関する研究, 第 60 回日本大学理工学部学術講演会予稿集, pp.344-345, 2016.