

F1-4

## GPS/QZSS/Galileoによる高精度測位の情報化施工への適用効果に関する研究

### A Study on the Application Effect of High Precision Positioning by GPS/QZSS/Galileo to i-Construction

○宇野敬太<sup>1</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>, 江守央<sup>2</sup>\*Keita Uno<sup>1</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>, Hisashi Emori<sup>2</sup>

Abstract: Recently, with the possibility that cm positioning can be realized is increasing, the introduction and spread of GNSS in i-construction is progressing. Conventionally, GPS/GLONASS have been widely used, but there was problem that the required accuracy could not achieved due to influence multipath by buildings, trees and slopes at the actual site. Therefore, in this paper, measures to improve accuracy and availability using GPS/QZSS/Galileo which have become available in recent years. As a result, GPS/QZSS/Galileo positioning achieved higher availability than GPS / GLONASS.

#### 1. はじめに

衛星測位システム (GNSS) は様々な分野で活用されており、情報化施工においても「RTK-GNSS を用いた出来形管理要領 (案) <sup>[1]</sup>」が策定されるなど導入が進んでいる。従来は、GPS や GLONASS の利用が主流であったが、衛星数不足や実現場での建物、樹木、法面等によるマルチパスの影響のため必要な精度を確保できないといった問題が生じていた。しかし、近年では我が国の準天頂衛星システム (QZSS) や欧州の Galileo 等が運用開始となったため、cm 級の高精度が求められる情報化施工においても十分な性能を発揮できる可能性がある。本研究では、GPS/QZSS/Galileo を併用した測位実験を行い、精度や可用性が向上する効果が見られるか評価を行う。

#### 2. GPS/QZSS/Galileo の利用効果の評価

測位データは日本大学理工学部船橋キャンパスで24時間 (1Hz) のデータを取得した。受信機 Trimble NetR9 を使用し、キネマティック測位を行った。実験環境としては上空視界が良好な地点だけではなく、実現場で問題となる厳しい遮蔽環境下での GPS/QZSS/Galileo の利用効果を検証を行う。実験環境を以下に示す (Figure1.)。

- ・基準局：周囲に遮蔽物のないオープンスカイ環境
- ・102：周囲に遮蔽物のないオープンスカイ環境 (観測時間 2018年10月11日3:00~翌日3:00(UTC))
- ・211：南側に建物や樹木等の遮蔽物が存在する環境 (観測時間 2018年10月8日3:00~翌日3:00(UTC))

データの後処理解析は RTKLIB で行い、「土木工事施工管理基準及び規格値 (案) <sup>[2]</sup>」を参考にし全観測時間のうち高さ方向の較差が 5cm 以内の測位解が得られた割合を可用性として評価した。



Figure1. Positioning site

#### (1) 実験結果

Table1.に可用性を示す。Table2.に平均較差を示す。なお、「作業規程の準則」を参考にし測位に使用する衛星の最低仰角を15度に設定した。

Table1. Availability

Satellite pattern	Availability (%)	
	102	211
GPS+GLONASS	83.8	23.0
GPS+QZSS+Galileo	88.5	38.0

Table2. Positioning error

Satellite pattern	Positioning error (m)	
	102	211
GPS+GLONASS	0.021	0.032
GPS+QZSS+Galileo	0.023	0.037

1：日大理工・院 (前)・交通 2：日大理工・教員・交通

平均較差はあまり変わらないが、GPS+GLONASS に比べ GPS+QZSS+ Galileo では高い可用性を得られていることがわかる。要因として、GLONASS の信号の品質や測距精度が低く Fix しにくくなったことが挙げられる。また、特に周囲に遮蔽物がある 211 で GPS+QZSS+Galileo の可用性が高くなっているが、高仰角部に位置する QZSS を利用することでマルチパスの影響を低減できたことが最大の要因である。

マルチパスは、低仰角に位置する衛星からの信号を受信する場合に起こりやすく、仰角の高い衛星は長時間連続して観測することが可能であり衛星数の変化が少ない。マルチパスや衛星配置の変動による影響を抑えるためには、ある仰角以下に位置する衛星からの信号を使用しないようにする仰角マスクの適用が有効である。以下に、その適用効果を示す。

(a) 仰角マスクの適用効果

仰角マスクを3種類(10度, 20度, 30度)設定することにより、上空視界を比較的広げた状況から制限した状況までを想定した解析を行った。オープンスカイ環境 102 での結果を Figure2 に示す。仰角マスクを高く設定すると、可用性が向上することがわかる。仰角マスクを高くするほど、低仰角部に位置する衛星からの品質の悪い信号が取り除くことができ、Fix しやすくなったためである。

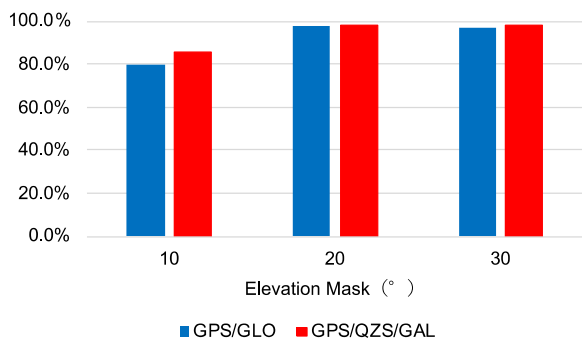


Figure2. Availability each elevation mask (102 : Open Sky)

マルチパス環境 211 での結果を Figure3 に示す。仰角マスクを最適な値である 20 度に設定すると、GPS+QZSS+Galileo の場合で可用性向上の効果が大きく現れている。QZSS や Galileo を併用したことにより、高仰角の衛星からの品質の高い信号を確保できたためであると考えられる。一方で、仰角マスクを 30 度に設定すると、可用性は低下する。周囲に遮蔽物がある環境では測位に利用可能な衛星数が限られるため、仰角マスクを高く設定することにより、衛星数が更に減ってしまうためである (Figure4)。

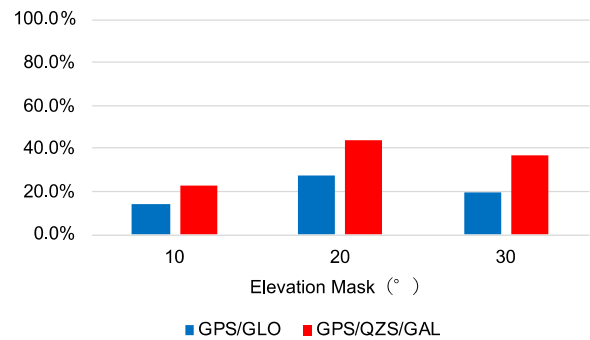


Figure3. Availability each elevation mask (211 : Multipath)

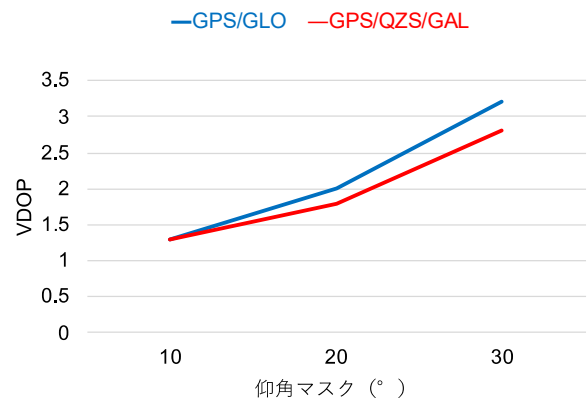


Figure4. VDOP (211 : Multipath)

3. おわりに

本研究では、GPS/QZSS/Galileoによる高精度測位の利用方法について検討を行うことで情報化施工に必要な精度を確保できる可能性を示した。特に、周囲に遮蔽物が存在し誤差の影響を受ける環境では、従来からのGPS/GLONASSに比べGPS/QZSS/Galileoが高い可用性を得られることがわかった。さらに、仰角マスクの適用による可用性向上効果が高いことが確認できたが、測位環境が変化する移動体測位では、地点ごとに最適な衛星選択条件が異なり、画一的に設定した条件では効果が十分に発揮されないことが懸念される。

今後は、移動体に最適な精度・可用性改善手法を提案する必要がある。

参考文献

[1] 国土交通省：土木工事施工管理基準及び規格値(案), <[https://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou/pdf/300327kouji\\_sekoukanrikijun01.pdf](https://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou/pdf/300327kouji_sekoukanrikijun01.pdf)>, (入手：2020.6) .