

搬送波位相測位における BeiDou と GPS の精度比較に関する研究 Study on the Accuracy Comparison of BeiDou and GPS in Carrier Phase Positioning

○雪山大地¹, 佐田達典², 江守央²*Daichi Yukiyama¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract : The purpose of this study is to validate the accuracy and characteristics of BeiDou, which is a satellite positioning system developed by China and has been attracting attention as one of the GNSS. The accuracy of the carrier phase positioning data of BeiDou was compared with that of GPS in the study. The standard deviation of positioning data of BeiDou was equivalent to that of GPS in the X axis, northward direction, however, larger than that of GPS in the Y axis, eastward direction. It is assumed that the reason is due to the allocation of satellites of BeiDou.

1. はじめに

従来、衛星測位に関しては米国が運用するGPSが主に利用されてきた。しかし近年では、ロシアが運用するGLONASS、EUが運用するGalileo等各国でGNSS（Global Navigation Satellite System）の開発がされ、日本ではQZSSシステムの開発がされている。中国では、北斗衛星導航系統（BeiDou）の開発が進められている。BeiDouのシステムは、東アジアの一部を地域対象にしたRNSSのBeiDou1号と地球全域を対象にしたGNSSのBeiDou2号の2つのシステムが存在している^[1]。通称コンパスと呼ばれるBeiDou2号は中国がGPSに依存しない独自システムとして2020年完成を目標として全35機の衛星で構成される全地球測位システムであり、2015年、2016年に新たに打ち上げられた衛星を含め、MEO8機、GEO6機、IGSO9機の計23機が打ち上げられ、内15機が運用されている^[2]。

本研究では、測量に用いられる搬送波位相測位を使用し、新たに打ち上げられた衛星を含めた現在の衛星配置と測位精度について、衛星の配置状態を表した指標であるDOP（Dilution of Precision）を使用して検証した。DOPや平均誤差、標準偏差、誤差楕円の数値をGPS比較し、BeiDouの現状における精度を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

（1）観測方法

本研究では、受信機としてGPS、GLONASS、Galileo、BeiDou、QZSSに対応しているTrimble社製NetR9をキネマティック測位に使用し、1秒毎に取得したデータを使用した。

測位観測は、日本大学理工学部船橋校舎7号館屋上にて、2016年6月27日の日本時間9時から6月28日9時までの24時間（Figure 1.）と、2016年7月28日

の日本時間9時から7月29日までの24時間実験を行った。

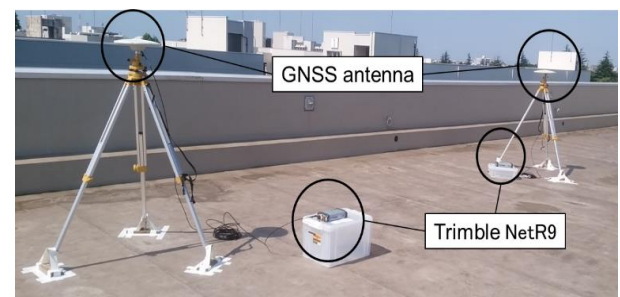


Figure 1. Experimental observation

（2）解析方法

解析では2016年6月27日の24時間測位の測位データを後処理基線解析ソフトウェアRTKLIBを用いて解析をし、衛星軌跡を示す天空図、測位可能衛星数を示すNSAT、衛星配置による水平方向の位置精度劣化度を示すHDOP、誤差の標準偏差を出力した。解析には、仰角マスクを15°に設定した。また、位置精度を表す2drms値を求め、精度を検証した。さらに、衛星の位置とHDOP値の関係、及び誤差楕円について検証した。

3. 実験結果

6月27日の24時間測位によって得られたBeiDouの天空図（Figure 2.）、解析によって得られた標準偏差及び2drms値（Table 1.）、また、観測点より得られた誤差楕円及び2drms（Figure 3.）をそれぞれ示す。

Figure2より、BeiDouにおける衛星配置は南西方向に多く衛星が通過することがわかった。Table 1.より、BeiDouのx軸方向、y軸方向の標準偏差はGPSの数値を上回る結果が得られた。

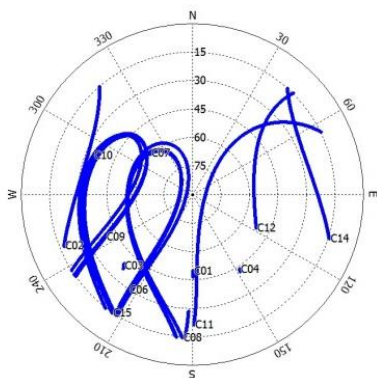


Figure 2. Skyplot of BeiDou satellite

Table 1. Standard deviation and 2drms of GPS and BeiDou

satellite	standard deviation		2drms(mm)
	x-axis(mm)	y-axis(mm)	
GPS	1.74	1.30	5.16
BeiDou	1.88	1.58	5.50

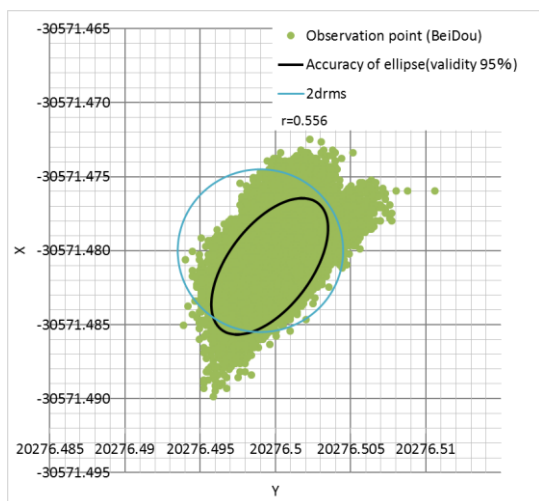


Figure 3. Ellipsoid of error of BeiDou

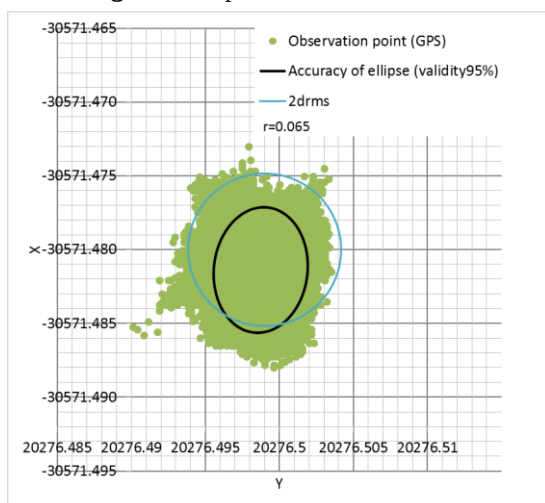


Figure 4. Ellipsoid of error of GPS

Figure 3.より BeiDou の誤差楕円は正の相関を持つ楕円が描かれ、GPS の誤差楕円 (Figure 4.) と比較して北東方向への広がりがあった。

4. 考察

Table 1.に示す GPS および BeiDou での標準偏差と 2drms 値では、GPS がともに数値が小さいという結果となった。Figure 3.より、誤差楕円より BeiDou に関しては相関係数が 0.556 となり、x 座標と y 座標に強い相関関係が認められた。GPS では 0.065 と相関は極めて小さい結果となった。これは BeiDou の衛星配置が GPS 衛星の配置と異なり、西側に偏りがあることから誤差の範囲に違いが生じたと考えられる。

また、BeiDou と GPS における較差の平均値、最大値、最小値それらの差を Table 2.に示す。Table 2.より、x 軸方向の較差から、較差の最大値、最小値の差が BeiDou では GPS と比べて大きい。標準偏差、較差の双方から、BeiDou における誤差は大きくなると考えられる。

Table 2. The difference from the true value of BeiDou and GPS

The difference from the true value	BeiDou		GPS	
	x(m)	y(m)	x(m)	y(m)
Maximum value	1.989	5.452	0.769	0.463
Minimum value	-1.712	-0.311	-1.522	-1.058
Numerical difference	3.701	5.763	2.292	1.521
Average value	-0.0010	0.0008	-0.0014	-0.0003

5. 結論と今後の予定

本研究では、BeiDou と GPS における精度を比較し、検証した。現在の BeiDou の精度は GPS と比べて劣るが、衛星の配置が今後増加した場合、誤差はより小さくなると考えられる。今後の予定としては、BeiDou を用いた遮蔽環境における測位精度について精度を検証し、GPS との精度比較を検証する。

6. 参考・引用文献

- [1] 大川輝, 佐田達典, 江守央, 池田隆博: BeiDou の特性と GPS 併用時の測位精度の検証, 平成 27 年度日本大学理工学部 学術講演会 予稿集, 2015.12.
- [2] 内閣府宇宙開発戦略推進事務局準天頂衛星システム<<http://qzss.go.jp/index.html>> (入手 2016.6.10).