

F1-22

複数の衛星系を併用した測位における最適な衛星選択に関する研究

Study on the Best Choice in Combination Positioning of Multi Satellite Positioning Systems

○藤井万尋¹, 佐田達典², 江守央²*Mahiro Fujii¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: In this study, the combination of satellites which realized the most accurate positioning was verified using GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou and QZSS. The observation of GNSS was held for 24 hours, and obtained data was analyzed by RTK-LIB and calculated for RMS error and fix rate. As the result, the solution by BeiDou had the highest fix rate, RMS error was better by the combination use of GPS and other GNSS than by GPS only.

1. はじめに

近年の衛星測位システム(GNSS)は、社会的にも広く認知されているアメリカ合衆国の GPS だけでなく、ロシアの GLONASS, EU の Galileo, 日本の準天頂衛星(QZSS), 中国の BeiDou など、各国の衛星が稼働している。また、衛星測位は国土交通省が提唱する i-Construction を構成する ICT 技術の一つとしても挙げられている。今後、BeiDou や QZSS を中心に各衛星の数は益々増えていく。そこで本研究では、どのような衛星の組み合わせが最適であるかを検証した。

本稿では、単体の衛星 1 種類と GPS と併用した衛星 2 種類との組み合わせを比較して、それぞれどのような組み合わせが最適かを検討した結果について述べる。

2. 研究の目的

本研究では、単体と複数の衛星の組み合わせを比較して、各種類ごとにどのような組み合わせが最適かを検証してみる。

齊藤らの研究では、遮蔽があるかないかの環境での比較で行っているが、同じ状況での複数地点での比較が行われていない。また、比較対象となっている衛星の数や種類が限られている^[1]。

池田らの研究では、GPS と GLONASS との併用で測位性能が良くなったことが挙げられているが、他の組み合わせではどのように向上するかがまだ検証されていない^[2]。

本稿では、GPS との組み合わせを中心に多くの組み合わせを解析していく。

3. 実験方法

(1) 観測方法

本研究では、GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou の測位データを取得するために測位実験を行った。

実験日時は 2017 年 5 月 16 日～19 日の 4 日間で、実験場所は日本大学理工学部船橋キャンパス滑走路で行った。実験状況は Figure 1. の通り基準局 1 箇所(103), 移動局 4 箇所(101, 102, 104, 105)を用いて行い、移動局を 2 箇所ずつに分けて 2 度 24 時間観測を行った。観測日時は 103, 104, 105 の組み合わせが 2017 年 5 月 17 日 1:00～18 日 1:00 (UTC), 101, 102, 103 の組み合わせが UTC 時間で 2017 年 5 月 18 日 6:00～19 日 6:00 (UTC)であった。

(2) 解析方法

本研究では、基準局が 103 で移動局が 101 の時のデータの解析のみを行った。解析は、後処理基線解析ソフトウェアの RTK-LIB を用いて行ない、解析する時間帯は全ての時間帯を行なった。平面直角座標系の X 座標, Y 座標, 標高の範囲, 平均値, 標準偏差, RMS 誤差を求め、各組み合わせの解析における Fix 率を求めた。



Figure 1. Observation site

出典 : Google map

1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通

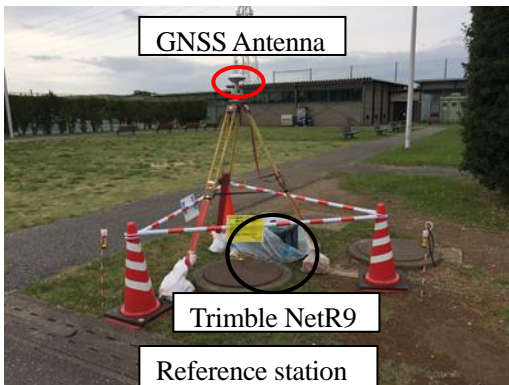


Figure 2. Experimental observation(103)

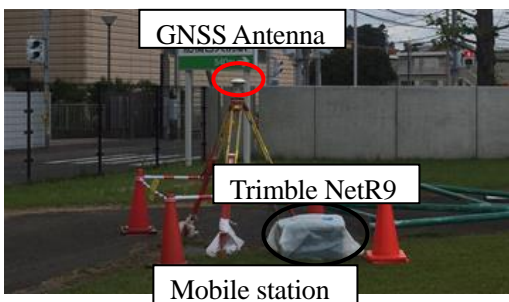


Figure 3. Experimental observation(101)

4. 実験結果

(1) 平面・立面座標分布図

Figure 4. と Figure 5. にそれぞれ, GPS と GPS+BeiDou の平面・立面座標分布図を示した. Fix 解のみの表示のため, 同じ種類の数ではほとんど変わらなかったものの, 1種類と2種類を比較してみると, 2種類のほうが分布形が小さいことがわかった.

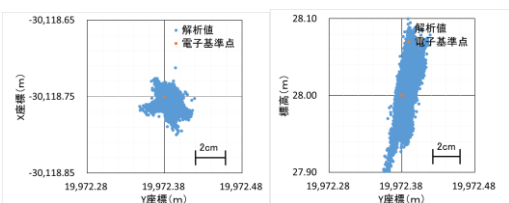


Figure 4. Flat and elevation surface coordinate distribution map (GPS)

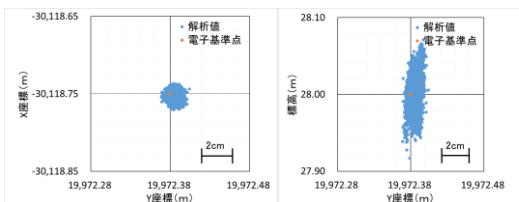


Figure 5. Flat and elevation surface coordinate distribution map (GPS+BeiDou)

(2) RMS 誤差

Table 1. に解析した全ての組み合わせの X 座標, Y 座標, 標高の RMS 誤差を示す. RMS 誤差では Galileo,

GLONASS の2つが突出して値が大きくなっており, それ以外は 0.03m以下に収まっていた.

Table 1. Comparison of the result of RMS error

<1種類>				
	RMS誤差			
	GPS	GLONASS	BeiDou	Galileo
X	0.007	0.111	0.006	0.568
Y	0.006	0.176	0.008	0.385
標高	0.016	0.838	0.024	1.366
<2種類>				
	RMS誤差			
	GPS+GLONASS	GPS+BeiDou	GPS+Galileo	GPS+QZSS
X	0.006	0.005	0.007	0.008
Y	0.005	0.005	0.006	0.006
標高	0.013	0.011	0.016	0.016

(3) Fix 率

Table 2. に解析した全ての組み合わせの Fix 率を示す. Fix 率は単体では BeiDou が突出して高く 100%近かった. GPS は 90%弱で予想よりも高くなかった. GLONASS, Galileo はかなり低く, GLONASS は 37.5%, Galileo は 1.3%であった. GPS 併用での衛星2種類の Fix 率では, およそ 90%と高い値となった.

Table 2. Comparison of the result of Fix rate

<1種類>				
解の種類(フラグ)	GPS	GLONASS	BeiDou	Galileo
Fix解(4)	77509	32375	86268	1088
Float解(5)	8891	47713	132	11853
単独測位(1)	0	1	0	16
なし(0)	0	6311	0	73443
合計	86400	86400	86400	86400
Fix率	89.7%	37.5%	99.8%	1.3%
<2種類>				
解の種類(フラグ)	GPS+GLONASS	GPS+BeiDou	GPS+Galileo	GPS+QZSS
Fix解(4)	77537	79843	79254	79484
Float解(5)	8863	6557	7146	6916
単独測位(1)	0	0	0	0
なし(0)	0	0	0	0
合計	86400	86400	86400	86400
Fix率	89.7%	92.4%	91.7%	92.0%

5. おわりに

本実験の結果から, 単体では BeiDou の Fix 率が高く, 衛星2種類の方が総合的に精度が良いことがわかった. これからは他の組み合わせの2種類と3種類・4種類の衛星の組み合わせで解析を行う予定である. そして, 他の移動局(102, 104, 105)での解析も行いたい.

謝辞

本研究の実験にご協力いただいた株式会社パスコの三島研二氏に心より謝意を表する.

6. 参考・引用文献

[1] 齊藤飛雄, 佐田達典, 江守央:「複数の衛星系を併用した測位に関する研究」, 平成 28 年度日本大学理工学部学術講演会予稿集, F1-15, 2016.
 [2] 池田隆博, 佐田達典, 石坂哲宏, 千葉史隆:「RTK 測位における GLONASS 併用時の測位性能に関する研究」, 土木情報利用技術論文集, Vol.19, pp.97-106, 2010.