

移動体に対する多周波マルチ GNSS 精密単独測位

Multi-frequency multi-GNSS Precise Point Positioning (PPP) for mobile users

山内 義洋 辻井利昭 (大阪府立大学)
Yamauchi Yoshihiro Tsujii Toshiaki

1. 研究背景, 目的

近年, 自動運転が開発, 導入されつつある中で, その完全な実現には数 cm~数 10cm といった高精度の測位が要求される. そんな高精度測位を実現する一つの方式として精密単独測位 (PPP: Precise Point Positioning) がある. PPP は搬送波位相を主に利用し, 基準局を必要としないため, あらゆる場所において誤差数 cm~数 10cm の測位が可能である. しかしながら衛星からの受信環境が悪い都会や山中では信号が遮断, 反射し GPS 測位の精度が悪くなってしまう. また正確な位置決定を行うのに 10~20 分の時間を要することも大きな課題である. そこで環境に依存する PPP の精度向上と収束時間の短縮のため, 2 つの手法を検討する. 1 つ目は用いる観測量を増やすことである. 具体的には利用信号を 2 周波から 3 周波に増やす. また衛星については GPS だけでなく GAL, BDS や QZSS を用いてマルチ GNSS 化を検討する. 2 つ目はアンビギュイティ決定を行う測位方法 (PPP-AR) を適用することである. したがって 3 周波マルチ GNSS-PPPAR を検討し, 更なる高精度を実現することを目的とする.

2. 検討手法の可能性

①観測量を増やす(マルチ GNSS 化)

日本上空で観測した GPS 衛星とマルチ GNSS (GPS+GAL+BDS+QZSS) のスカイプロットをそれぞれ図 1, 2 に示す. 多くの衛星システムを利用することで, 観測衛星が 11 機から 48 機に増加する.

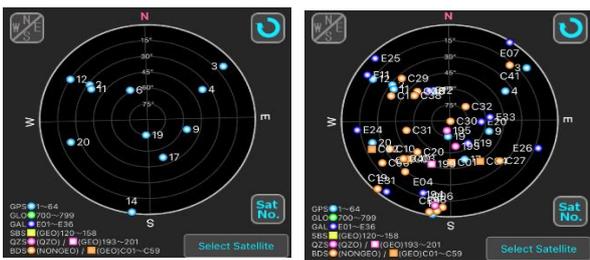


図 1 GPS 衛星の配置 図 2 マルチ GNSS の配置
(iOS アプリ:GNSS View)

②観測量を増やす(3 周波利用)

L5 信号を利用することで従来の L1-L2 の合成波長が 0.862m に対し, L2-L5 の合成波長は 5.861m となり, アンビギュイティの探索範囲に対し候補点が減少し, 効率的にアンビギュイティ決定を行うことが可能になる.

3. 移動体実験・結果

移動体実験はグラウンドで行い, アンテナと受信機を台車に取り付け, 初期静止時間 10 分と 1 週の移動時間

5 分の約 15 分のデータを取得した. 以下の 3 パターンで解析を行い比較した. 測位結果を図 3~図 5 に示す. 横軸は時間に対し, 縦軸は真値からの測位誤差である. また真値は搬送波相対測位による測位結果とした.

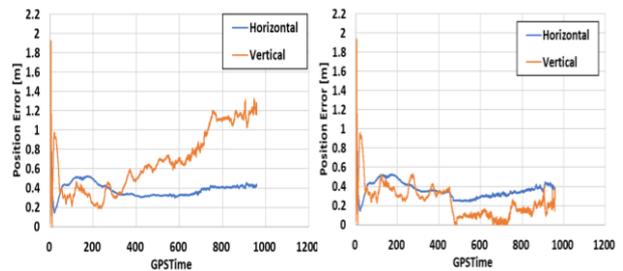


図 3 GPS 衛星 2 周波

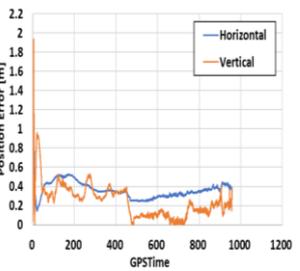


図 4 GPS 衛星 3 周波

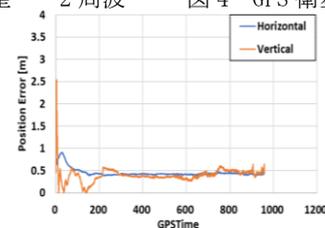


図 5 GPS+GAL 衛星 3 周波

ここで平均誤差を fix 後のデータより算出した. fix とは尤もなアンビギュイティを求められている状態のことである.

表 1 fix 率・衛星数・平均誤差

	Fix 率	利用衛星数	水平誤差(m)	垂直誤差(m)
図 3	32.8%	6~8 機	0.40	1.07
図 4	57.3%	6~8 機	0.32	0.13
図 5	83.3%	11~14 機	0.42	0.42

図 3, 4 を比較すると対応信号数を増やすことで fix 率が 32.8%から 57.3%と上昇した. また図 4, 5 を比べると利用衛星数を増大させることで, fix 率を 57.3%から 83.3%に大幅に向上させることができた. また 3 周波利用で測位誤差が低減し, GAL を追加すると測位誤差がやや増大する結果となった.

4. 今後の課題

3 周波マルチ GNSS において, fix 率が大幅に向上したが一定の測位バイアスが生じている. その主な原因であるミス fix がなぜ起きるのかを検討する必要がある. また更なる fix 率の向上を目的として QZSS の導入を試みる. QZSS は日本上空の高仰角に長時間滞在しているため, 3 周波を送信する衛星を確保でき, 安定した測位精度を維持することが期待できる.