

準天頂衛星による LEX-PPP を用いた低速移動測位に関する研究

日本大学 学生会員 ○岩上 弘明
 日本大学 正会員 佐田 達典
 日本大学 正会員 石坂 哲宏
 日本大学 正会員 江守 央
 日本大学 学生会員 池田 隆博

1. はじめに

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は、2010 年 9 月 11 日に準天頂衛星初号機「みちびき」を打ち上げた。準天頂衛星は、GPS の測位誤差を補正する補強信号 (LEX) を送信している。LEX を用いた補正情報による単独搬送波位相測位 (PPP: Precise Point Positioning) によって、これまで概ね 10m 程度の測位精度である GPS 単独測位に比べ、10cm から数 cm まで向上することが期待されている。また、日本の真上付近に長時間留まる軌道を持つ衛星システムであるため、山間部や都市部のビル街など、GPS が測位を行うために必要な衛星数が見通せない場所や時間においても、準天頂衛星の信号を加えることにより測位可能な場所と時間を拡げることができる¹⁾。

本研究では、JAXA と共同で実験を行い、異なる遮蔽環境下で、現行の LEX を用いたリアルタイム PPP 測位の精度の検証を行うことを目的とする。

2. LEX-PPP の概要

LEX-PPP とは、現在 12 局 (国内: 4 局、海外: 8 局) に配置されたモニタ局の観測データをもとに高精度に GPS の軌道及び時刻等を推定し、この結果をもとにした LEX による補正情報を利用した搬送波位相観測値を用いた精密単独測位である²⁾。目標とする測位精度は水平方向 30 cm、鉛直方向 60 cm である。

3. LEX-PPP による実験の概要

(1) 実験目的

LEX-PPP の測位精度を検証するため、キャンパス内を仮想の街として、移動時における遮蔽環境の変化が測位精度にどのような影響を与えるか検証する。

(2) 移動測位の実験方法

日本大学理工学部船橋キャンパスの遮蔽物のない交通総合試験路で 2 ルート (NI1: 東西・南北直進ルート、



図-1 観測ルート

表-1 観測日時

観測ルート	観測日時
NI1: 遮蔽なし 東西南北直進ルート	2012年10月29日 14:47~14:58
NI2: 遮蔽なし 直進ルート	29日 15:07~15:39
NI3: 東西方向遮蔽ルート	30日 11:34~12:08
NI4: 南北方向遮蔽ルート	30日 15:23~15:55

NI2: 直進ルート) と、4 階建ての建物が立ち並ぶキャンパス内で 2 ルート (NI3: 東西方向遮蔽ルート、NI4: 南北が遮蔽された東西直進ルート) の計 4 ルートを選定した。各ルートの観測日時は、表-1 に示す。走行回数は各ルート往復 5 回とし、走行速度は各ルート時速 6km と、遮蔽物なしの NI2 では時速 15km での観測も行った。移動体としてセグウェイを用いて、LEX-PPP と距離、角度が測位できるトータルステーション (TS) による測位をリアルタイムで同時に行った。

また、後処理による測位を 2 種類行った。1 つは、JAXA が生成した LEX 信号を用いた後処理 LEX-PPP である。もう 1 つは、JAXA が開発中の複数 GNSS 対応高精度軌道・時刻推定システム (MADOCA) を用いた後処理 MADOCA-PPP である。

4. 実験結果と考察

図-2 に、NI1 の走行ルートと、各々の処理により得

キーワード: 準天頂衛星, LEX-PPP, 移動測位

連絡先: 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147

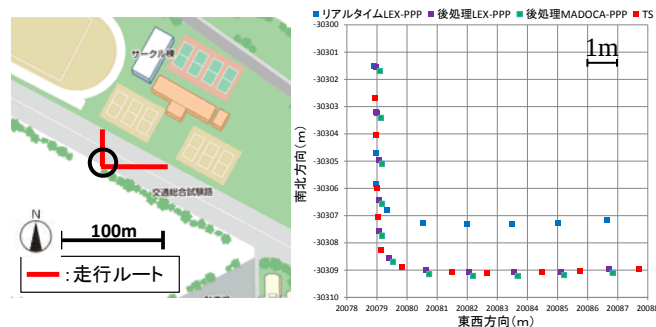


図-2 NI1の走行ルート(左)とプロット図(右)

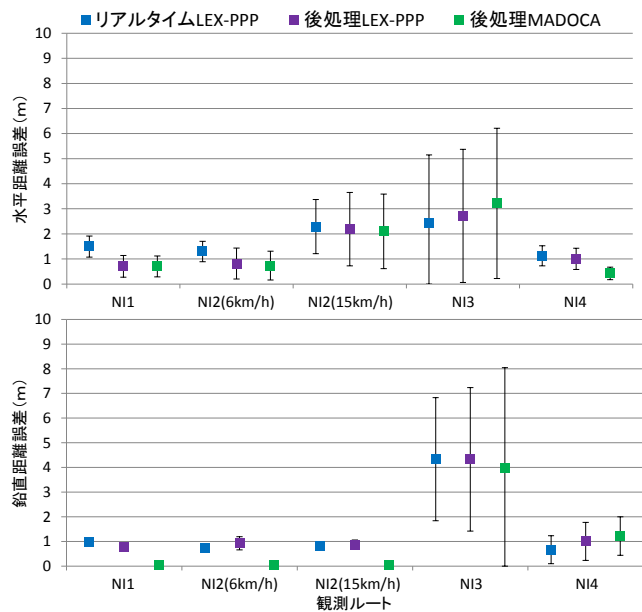


図-3 各方向の距離誤差

られた測位解のプロットを示す。TSで得られた測位解を基準として比較すると、リアルタイム LEX-PPP の測位解は南北方向に 1m 以上の格差が見られたが、後処理による解析では改善が確認された。

次に、観測ルート毎の処理方法別に得られた測位解の水平方向と鉛直方向の精度を確認するため、TS 値を基準値とした、各方向の距離誤差の平均値と標準偏差を求めた。図-3 に、平均値を点で、標準偏差を黒線として方向別に示す。観測ルート別に比較すると、東西方向が遮蔽された NI3 の誤差が、処理方法に関わらず大きくなることがわかる。また、処理方法別に比較すると、LEX-PPP ではリアルタイム、後処理に関わらず目標の精度には至らなかった。しかし、MADOCA-PPP による後処理測位では、LEX-PPP よりも精度が改善する傾向が見られ、特に鉛直方向では、周囲に遮蔽物の無い環境では、10cm 程度に収まる傾向が見られた。

衛星数および配置による精度への影響を調べるため、図-4 と図-5 に、観測ルート別の衛星数の割合と、衛星配置による精度劣化度 (DOP) を示す。周囲に遮蔽物のない NI1 と NI2 では衛星数が多く、特に NI1 では

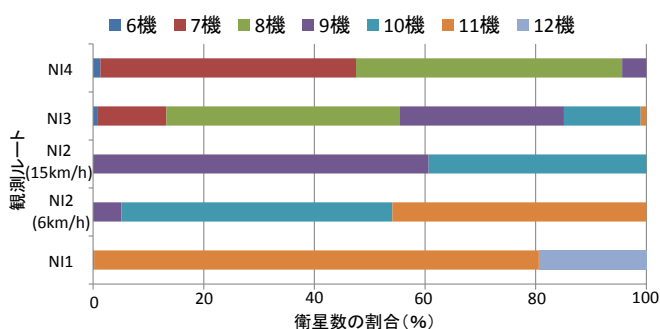


図-4 観測ルート別の衛星数の割合

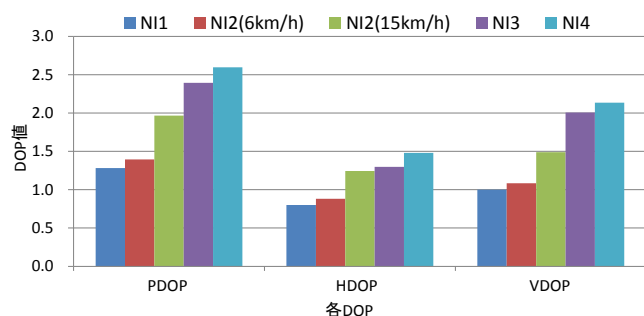


図-5 観測ルート別の DOP 値

11 機以上で測位を行っており、DOP 値も PDOP, HDOP, VDOP の指標に関わらず値が低くなる傾向が見られた。一方、NI3 と NI4 では、測位時の衛星数の変化が多く見られ、また、NI1, NI2 と比較し衛星数が比較的少なく、DOP 値も高くなる傾向が見られることから、周囲に遮蔽物を含む場合、精度が低下しやすい環境にある事が分かる。しかしながら、図-3 より水平方向の誤差について確認すると、処理方法によっては NI1, NI2 のほうが、遮蔽物を含む NI4 よりも誤差が大きくなる傾向が確認でき、マルチパス等の衛星数および衛星配置以外の要因が影響している可能性が考えられる。

5. まとめ

本研究では、LEX-PPP の測位精度を検証するため TS による測位を基準とし検証を行った。その結果、目標とする測位精度には至らなかったが、遮蔽環境によって測位精度に影響を与えることが確認された。今後は、衛星の配置やマルチパスの影響を考慮して検証を行う予定である。

謝辞

データの解析や実験構成など多岐にわたるご指導・ご協力いただきました宇宙航空研究開発機構の吉川和宏氏に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) JAXA ホームページ : <http://qz-vision.jaxa.jp/>, 2012.11.
- 2) 河手香織ら : 準天頂衛星システムの LEX 信号を用いた PPP 実証実験地上システム開発状況, 電子情報通信学会技術研究報告, pp.37-42, 2012.6.21.