

準天頂衛星測位・通信システムの開発（第3年次）

実施期間 平成 15 年度～平成 19 年度
地理地殻活動研究センター
宇宙測地研究室 黒石 裕樹 福崎 順洋
宗包 浩志

1. はじめに

準天頂衛星システム（QZSS: Quasi-Zenith Satellite System）は、静止軌道を約 45 度傾けた軌道に、少なくとも 3 機の衛星を 120 度ずつずらして配置することにより、常に 1 つの衛星が日本の天頂付近に可視となる衛星通信・測位システムであり、平成 20 年度の第 1 号機打ち上げを目指して開発・研究が始められた。高仰角衛星のため、建物等による遮蔽が少なく、高品質な移動体データ通信・放送、測位可能率の改善が可能となるものとして期待されている。

QZSS の研究開発は関係省庁と民間の協力によって進められることになっており、国土交通省では、準天頂衛星システムを利用する高精度測位システムに関する技術開発のうち、GPS 補強技術として地上系システムとの組み合わせによるセンチメートル級の高精度測位サービスの実現と搬送波を利用した高精度測位技術の移動体への適応を実現するための研究開発を行う計画である。

2. 研究概要

国土地理院は、国土政策技術総合研究所と協力して国土交通省「総合技術開発プロジェクト」の一環として、QZSS の測位・測量への応用研究開発を行う。当プロジェクトの研究開発は、QZSS（及び次世代衛星測位システム）の精密測量への応用研究および次世代電子基準点に関する研究開発（以上、地理院担当）と移動体への高精度測位技術の適用（国総研担当）の 3 つに大きく分けられている。

3. 平成 17 年度実施内容

3. 1 「衛星測位シミュレータ」用の効率的入力インターフェースおよび計算処理の高速化アルゴリズムに関する技術開発

前年度までに開発した「衛星測位シミュレータ」について、現実的で多様な条件におけるシミュレーション作業を効率的に行うために必要となる、次の 2 項目の開発を行った。

1) 入力インターフェース

2) 計算処理の高速化アルゴリズム

併せて、同シミュレータを用いて、準天頂衛星を利用した精密測位に関する予備的なシミュレーションを行った。

3. 2 準天頂衛星による高精度測位補正情報の生成・配信に関する技術開発

一周波 GPS 受信機を用いて、準天頂衛星による放送方式のネットワーク型 RTK-GPS 測量を実施するために必要である補正情報の生成・配信方法について、補正データの選定など技術開発の基本設計を行った。

3. 3 GPS 電波の伝搬遅延の補正手法に関する実験的調査

一周波受信機によるネットワーク型 RTK-GPS 測位用の高精度な測位補正情報を生成するために、GPS 電波の電離層および対流圏における伝搬遅延に対する補正について、実験的な側面から調査・検討を行った。また、2005 年 9 月に打ち上げられた GPS-BlockIIR-M1 号機からの近代化 GPS 信号 (L2C) の受信実験を行った。

4. 得られた成果

4. 1 「衛星測位シミュレータ」用の効率的入力インターフェースおよび計算処理の高速化アルゴリズムに関する技術開発

開発の結果、シミュレータを用いた多様な観測条件による模擬データの生成を高速かつ効率的に行うことができるようになった。特に、従来处理時間が長くかかっていた、Digital Surface Model (DSM) を用いた遮蔽効果の計算や対流圏における伝搬のレイトレーシングによる計算が、大幅に高速化した。また、予備的な模擬実験の結果、山間部、都市部のような上空視界が悪い場所について、準天頂衛星の GPS 補完効果による測位可能率の増大が示された。

4. 2 準天頂衛星による高精度測位補正情報の生成・配信に関する技術開発

衛星軌道・衛星時計・対流圏遅延・電離層遅延のそれぞれの要素について、電子基準点のオフラインデータから補正情報を作成する基本手法を開発した。また、補正情報を、準天頂衛星の S 帯 (送信速度 1Mbps 以下) で送信可能な大きさに納める仕様案を作成した。

また、電離層遅延に関する補正情報を校正するための基礎データとして用いるため、グリッド表現による詳細な電離層電子密度の推定システムを開発した。その結果、電離層の静穏時には高い精度で全電子数の絶対値を推定することが可能になった。ただし、電離層擾乱時に生じる時空間的に細かい変動に関しては完全には再現できないことも明らかになった。

4. 3 GPS 電波の伝搬遅延の補正手法に関する実験的調査

電離層電子密度を推定する手法として、GPS 電波の位相距離の幾何学的遅延差を用いる新しい手法を検討した。本手法を用いて、1 秒の時間分解能、10km 以下の高い空間分解能、2TECU 程度の高い精度で全電子数を推定する可能性があることが分かった。また、本手法を適用してつくば周辺の電離層電子密度を推定した結果、特徴として、電離層の電子数分布には非常に細かい (空間スケールは km のオーダーで振幅が 0.1TECU 以下) 粗密がたくさんあること、数 100km のサイズで 30TECU 以上の粗密分布があること、夜間では、電子密度は低いものの相対的な粗密が大きいこと、等が明らかになった。

また、平成 17 年 9 月に打ち上げられた GPS-BlockIIR-M 衛星 (PRN-17) から発信された L2C 信号について受信実験を行った。受信した信号について、幾何学的遅延差を用いて S/N 比の調査をした結果、PRN-17 から受信される電波の S/N 比は、他の衛星からの電波に比べて同等ないしやや悪いことが明らかになった。ただし、PRN-17 衛星は、平成 18 年 3 月現在において試験運用中であり、本運用における S/N 比を別途調査する必要がある。今後、GPS-BlockIIR-M 衛星が複数利用可能になった時点で、L2C 信号を用いた測位実験を行う必要がある。