

民生用単一周波数GPS受信機による電離圏TEC推定の検討

Estimation of the ionospheric TEC using a single-frequency consumer receiver

*横山 慶¹、後藤 由貴¹、Win Zaw Hein²、笠原 禎也¹

*Kei Yokoyama¹, Yoshitaka Goto¹, Win Zaw Hein², Yoshiya Kasahara¹

1. 金沢大学大学院自然科学研究科、2. マンダレー工科大学

1. Graduate school of natural science and technology, Kanazawa University, 2. Mandalay Technological University

GNSS信号の高密度な観測網を利用した電離圏TEC観測が国内外で積極的に進められている。こうした観測網は中緯度地域に多く、プラズマの変動が大きい低緯度地域において、今後いかに観測網を展開するかが課題となる。本研究では、通常のTEC (Total Electron Content) の測定に利用される2周波受信機ではなく、1周波受信機を用いてTEC分布を測定する手法を確立し、低コストで観測網を展開することを目的としている。

先行研究において、1周波受信機を用いてTEC分布を測定する手法が提案され、GEONETのデータによりその有効性が確認された。本研究では、民生用の単一周波数受信機としてu-blox社製のGNSS単独測位モジュールであるNEO-7Pで取得したGPS測距データに同手法を適用し、電離圏TEC推定の精度検証を行った。1周波による電離圏TEC推定では、電離圏遅延の周波数依存性を利用できないため、電離圏TECに空間分布モデルを仮定する。本研究では、電離圏TECの経度と緯度に対する変動が、1次関数で表されるモデルを利用した。既知の位置に置かれたGPS受信機で得られた観測値をもとに、TEC分布に関する未知パラメータを最小二乗法により求解する。

民生用の受信機が搭載しているクロック発振子は、高価な受信機が搭載するものと比べて誤差が大きい。この誤差はTEC推定手法によって他の未知パラメータと同時に推定される。先行研究において開発された手法は、この受信機時計誤差が連続的に修正されるタイプの受信機を対象としており、誤差が一定時間間隔で修正されるタイプの受信機（民生用の一般的な受信機）に対しては、精密軌道暦からの衛星の位置計算の際に、無視できない誤差が生じていた。本研究では、TEC推定で得られた受信機クロック誤差から、信号の正確な受信時刻を求め直し、その時刻に対してTEC推定をフィードバック処理させることで、正確な推定を実現した。こうして得られたTEC推定値について、最寄りのGEONETの電子基準点（内灘局）で得られた2周波から算出したTECを真値として精度評価を行った。この結果、TECの推定誤差として10 TECU程度の標準偏差のランダム性の時間変動がみられるものの、時間方向のフィルタリング処理により、電離圏TECの時間変化を十分に精度よく再現できることが分かった。

キーワード：電離圏TEC、単一周波数受信機

Keywords: Ionospheric TEC, Single Frequency Receiver