

GPS スラント TEC 観測と電離圏 / プラズマ圏モデルとの比較

Comparison between GPS Slant TEC observations and Ionosphere/Plasmasphere Model

五十嵐 喜良[1]; 巖本 巖[1]; 藤井 直樹[2]; 松永 圭左[3]; 星野尾 一明[2]

Kiyoshi Igarashi[1]; Iwao Iwamoto[1]; Naoki Fujii[2]; Keisuke Matsunaga[3]; Kazuaki Hoshino[2]

[1] 通総研; [2] 電子研; [3] 電子航法研 電子研 電航研

[1] CRL; [2] ENRI; [3] ENRI, IAI

IRI モデルと DE1 衛星観測から作成されたプラズマ圏モデルとを組み合わせた “GCPM” モデル (Global Core Plasma Model, Gallagher et. al., JGR, 105, 18, 819, 2000.) を用いて、GPS スラント TEC の模擬計算を行い、観測値と比較した。観測値は MSAS 基準局関連の札幌、東京、電子航法研究所、福岡、及び那覇の 5 カ所で得られたものである。

1) GCPM モデル

DE1 衛星データから作成したプラズマ圏モデルは ~8000 km 以上を対象としており、GCPM モデルでは ~600 km 以下の低い電離圏高度では IRI モデルを用い、その中間については tanh 関数でスムーズに内挿を行っている。オリジナルのモデルでは IRI 95 が組み込まれていたが、太陽活動度入力オプションを使用するために、IRI 2003 モデルと入れ替えて使用した。

2) 模擬計算と観測との比較

2002 年の特定の 2 日について、上記 5 観測所からの GPS 観測と同一の UT 時刻・緯度・経度・仰角・方位角を用いて、GCPM により GPS 視線上の密度を求めて積分することにより TEC を計算し、実測と比較した。この結果、モデルは大局的にはよく実測を再現できることが確認された。もちろん GCPM は月平均モデルであり、日々刻々の値を与えるものではないので、観測値とは異なっている。この相違の主要な原因はモデルで与えた太陽活動度と実際の太陽活動度との差及び(衛星+受信機)バイアスによるものと想定できる。この太陽活動度の差及びバイアスを未知数として、最小 2 乗法により観測値と計算値のフィッティングを行い、両パラメータの決定を試みた。この結果を MSAS システムに用意されているカルマンフィルターによるバイアス推定値と比較したところ、5 観測所分をまとめて統計した場合、両者の一致の程度は、相関係数 = 0.64、標準距離誤差 = 4 m、であった。このようにバラツキは大きかったものの、“薄い電離層” を仮定することなくかつスラント TEC のままでバイアスを推定できる特長があるので、さらに精密化を図る予定である。また、このように推定した太陽活動度を GCPM に入力することにより、より精度の高い TEC の推定が可能となる。例えば、ダウンロード GPS 観測に於いて、L2 のロックがはずれ L1 データしか得られないような場合の TEC 値外挿に有効であると考えられる。

3) 赤道異常の評価

GPS 観測では、仰角が小さくなるに従ってスラント TEC は単調に増加するのが通常であるが、仰角がある値以下になるとかえって TEC が減少に転じ、割合シャープなピークを示す例が観測された。このようなピークを示す例は那覇だけでなく、福岡及び東京からの観測でも見られた。ほとんどの場合、これは赤道異常に対応していることが GCPM モデル計算で確認された。但し、GCPM はピークの位置をほぼ再現できたが、絶対値については過小評価であった。観測ピークの形はかなり明瞭であるので、これを赤道異常のマークとして活用することにより、赤道異常領域のモデル修正に有用であることが分かった。また、このピークの存在は GPS ダウンロッキング観測際に考慮する必要があると思われる。