

## 静止衛星測位信号を用いた電離圏シンチレーション観測システムの開発

## Development of an ionosphere scintillation observation system by using positioning signals from geostationary satellites

# 鎌田 浩貴 [1]; 富澤 一郎 [2]

# Hiroki Kamada[1]; Ichiro Tomizawa[2]

[1] 電通大・菅平; [2] 電通大・菅平

[1] SSRO,UEC; [2] Sugadaira Space Radio Obs., Univ. of Electro-Comm.

#### [1] 目的

電離圏は太陽や中性大気からのエネルギー入射によって擾乱が発生する。この擾乱を観測することで種々の自然現象に対する一種のセンサーのような役割をしている。電離圏擾乱観測の手段の1つとして、衛星からの測位信号に生じるシンチレーション現象を観測する方法がある。平面波として電離圏に入射してきた衛星からの電波は、電離圏内の電子密度の不規則分布によって等位相面が歪められ、地上では干渉によって空間的に振幅や位相に変動を受ける。ここで電離圏内の電子密度の不規則分布が衛星からの電波の伝搬経路を横切って移動した場合、固定された地上の受信点では受信信号の電界強度や位相が変動し、シンチレーション現象を引き起こす。この現象を観測することで電離圏擾乱の移動速度や変動スケールを観測でき、本研究室の短波帯電離層ドップラー (HFD) の観測データとの比較によって、電離圏内の物理現象を立体的に明らかにして行く手段となる。

#### [2] システム開発の意義

このシンチレーション観測のシステムとして既存の受信機においては帯域幅の問題、SN比の問題によりシンチレーションを観測することが容易ではなく、さらに、電離圏擾乱の空間的な変化を観測することを考えると多地点でシンチレーション観測が可能なシステムが必要となる。そこで本研究ではシンチレーション観測に特化した受信システムの開発を行うことを目的とした。また、静止衛星測位信号を受信することにより、定点での長期的な観測ができ、HFDとの観測データの比較が可能となることから、本研究では軌道運動を伴うGPSではなく静止衛星INMARSAT 3-F3衛星(179°E)およびMTSAT-1R(141°E)の測位信号をターゲットとしている。

#### [3] システム仕様

受信機の仕様および構成は以下に示す通りである。シンチレーションの変動帯域幅は数10 Hzであることから受信機の帯域幅をシンチレーション観測に特化した受信機を製作した。静止衛星測位信号の受信技術としては、スペクトル拡散変調された中心周波数が1.57542 GHzの測位信号を受信機構成の簡易さからスクエアリング技術を用いて逆拡散を行い、2段スーパーヘテロダイン方式により、中心周波数を400 Hz(帯域幅40 Hz)に変換を行う受信機を製作した。実際には、菅平宇宙電波観測所にある直径3.6 mのパラボラアンテナ、受信機の局部発振には周波数安定度 $10^{-11}$ /dayの高い安定度を持つルビジウム発振機を用いる。この結果、極めて弱いシンチレーションを観測する上で重要なSN比を40 dB確保することができた。

#### [4] 試験観測

このシステムを用いて菅平宇宙電波観測所にて2005年12月からシンチレーションの観測を開始した。その初期観測結果として、高いSN比の確保により、電離圏静穏時に振幅シンチレーション指標S4(平均信号強度で正規化した信号強度変化の標準偏差)を極めて弱いシンチレーションを示す0.01まで観測できた。また、スペクトル解析から、フレネル周波数(遮断周波数)0.07 Hz程度が得られ、F領域高度(300~400 km)の電子密度不規則構造の速さが約40 m/sと求められた。また、スペクトル指数が定常的におよそ2であることが分かった。今後2007年打ち上げ予定のETS-の2周波受信システム開発を進めて行く。また、電離圏擾乱の空間的な変化を観測するために多数点でのシンチレーション観測システムへの展開を行う予定である。