

## 斜めイオゾンデとHFドップラの同時観測による波面状Es高度および移動特性推定精度の向上

### Accuracy improvement of reflection height and moving characteristics of frontal Es by oblique ionosonde and HF Doppler

大谷 厚志<sup>1\*</sup>, 富澤 一郎<sup>1</sup>

Atsushi Ohtani<sup>1\*</sup>, Ichiro Tomizawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 電通大・宇宙電磁環境

<sup>1</sup> SSRE, Univ. Electro-Comm.

電気通信大学宇宙・電磁環境研究センターでは、短波ドップラ（HFD）観測を行っており、電通大調布キャンパスから5006kHz、8006kHzの電波を送信し、菅平をはじめとする11ヶ所にて電離圏擾乱によりドップラシフトされた電波を受信し、電離圏下部の擾乱観測を行っている。HFD観測は周波数偏移のみの観測であるためEsの相対的な高度変化は得られるが、絶対的な反射高度を得ることができないという問題があった。HFD反射高度を斜めイオゾンデから得ることによって、Esの高度を決定できるだけでなく、観測時刻ごとの高度変化を追跡することで、イベント中に観測されるEsが同一であることを保障できる。本講演では、斜めイオゾンデとHFドップラの同時観測により、Es高度および移動特性の精度向上について報告する。

HFD送信局（JG2XA）とNICTイオゾンデ国分寺観測点間の距離は8kmであり、受信点が菅平であるとき、反射点でのHFDと斜めイオゾンデのフレネルゾーンは重なりをもっているため同一のEsを観測することができる。したがって、国分寺のイオゾンデ信号をHFD観測点の菅平で受信する斜めイオゾンデ観測を行うことで、HFD観測における8006kHzでの近似的な反射高度を得ることが可能となる。そこで、本研究では菅平においてソフトウェア受信機を用い、HFD観測の8006kHzを含む、7MHzから9MHzまでの帯域幅2MHzのイオゾンデパルスを観測することにした。

イオゾンデ観測は送信タイミングがUTCで規定されているので、GPS受信機から送信される1秒間隔のパルス信号をRF信号にミキシングさせることで1 $\mu$ s精度での時刻同期を行い、到来時刻の遅延時間から伝搬距離を測定した。

この方法を波面状Esの高度および移動特性に適用した。HFD観測から得られたEsの移動速度および角度より、イオゾンデ観測時刻におけるEsの場所を推定することで、イオゾンデ観測から得られた伝搬距離から反射高度を計算した。また、Cornelius and Essex(1979)[1]の方法から計算される反射点上を移動するEsの伝搬路と、斜めイオゾンデの伝搬路が一致していることを斜めイオゾンデ観測の伝搬距離から確認した。

2012年7月28日19:30~20:00のイベントでは、北から東回りに182度、速度60m/sで菅平から調布上空を通り抜け北から南へと移動する幅200km以上の波面状Esが観測されHFD観測、斜めイオゾンデ観測、国分寺垂直イオゾンデ観測を組み合わせることで、関東上空での波面状Esの動きを30分間にわたって追跡することに成功した。この時の波面状Esの高度は斜めイオゾンデから115kmであった。講演では、観測システムの詳細と、NICTの垂直イオゾンデと斜めイオゾンデとの比較についても報告する。

キーワード: 電離層, イオゾンデ, スポラディックE

Keywords: ionosphere, ionosonde, sporadic E