

VHF 遠距離伝搬による Es の広域構造と移動特性の観測

富澤 一郎 [1]; 山幡 琢也 [2]; 山本 淳 [3]

[1] 電通大・宇宙電磁環境; [2] 電通大 宇宙電磁環境; [3] 海上保安大学校

Observation of large-scale structure and movement characteristics of Es by means of VHF long-distance propagation

Ichiro Tomizawa[1]; Takuya Yamahata[2]; Atsushi Yamamoto[3]

[1] SSRE, Univ. Electro-Comm.; [2] SSRE, Univ. Electro-Comm.; [3] Japan Coast Guard Academy

We have revealed that the wave-front structures of intense Es have a large-size more than our observation range of about 200 km, based on the results of the integrated observations of HF Doppler, satellite amplitude scintillation and ionosonde over the Kanto area [1]. It can therefore be interpreted that the source of Es must be outside of our observation area. So we should expand the observation area to obtain the Es structure and movement characteristics to estimate the source location. The ionosonde stations in Japan separated approximately 1000 km each other cannot directly be used to derive the structure and movement of Es due to the lack of correlation. The HF Doppler observation with more than 500-km path cannot be used to track Es because of total reflection below the target-Es height. Additionally the satellite amplitude scintillations cannot be used to track Es because of short and small scintillations in most cases. Thus we have been seeking other method to observe large-scale structure and movement characteristics of intense Es.

We have reported that, in some intense Es events, the long-distance propagation signals were detected even in the higher VHF band and the long and narrow distribution of ships may be related to the Es structure [2]. Based on this result we started to search for the suitable VHF system for our objectives and to construct the VHF system to receive VOR/ILS signals at 108-118 MHz. Then the newly developed system has been operating since September 2011 at Chofu in Tokyo [3].

The first ever Es event was observed on March 10, 2012 around 11h JST. At this event we received more than 20 VOR stations in the Shanghai area around 2000 km from Chofu. The area size are approximately 700 km (NS) and 200 km (EW), which corresponds to the size of 350 km (NS) and 100 km (EW) at the reflection point over the northern Kyusyu. By fitting the frontal movement to the time differences of waveforms, we obtain the north-to-south moving speed of approximately 170 m/s on the ground, then we can convert to the speed of 85 m/s over Fukuoka-city at 11h JST. Assuming the constant speed we can successfully correlate the foEs peak at 12h JST at the Yamagawa Ionosonde of NICT. In this way, we can estimate the large-scale structures and movements of intense Es over Japan. It is therefore concluded that the newly developed system observing the VHF long-distance propagation may give us more information concerning the source of the intense Es.

Acknowledgement: We thank to NICT for ionosonde data and for cooperation in HFD observation.

References

[1] I. Tomizawa, S. Gotoh, K. Imai, S. Saitoh, and T. Uchiyama: Proc. of 2009 SGEPS Fall Meeting, B005-30, 2009.

[2] I. Tomizawa and A. Yamamoto: Proc. of 2011 SGEPS Fall Meeting, B005-28, 2011.

[3] T. Yamahata, I. Tomizawa and A. Yamamoto: Proc. of 2012 SGEPS Fall Meeting, 2012.

我々は、これまでの関東周辺約 200km 範囲の HF ドップラ、衛星振幅シンチレーションおよびイオノゾンの統合観測から、強い波面状 Es が視野範囲を横切って移動してゆくことを示した [1]。この結果から、強い Es 発生源は観測視野範囲外にあり、発生源の情報を得るには、視野を広げて構造及び移動特性観測することが不可欠であることを認識した。イオノゾンデ定常観測点は全国に 4 箇所しかなく、Es 観測パラメータから直接構造および移動特性を導出することができない。また、HF ドップラは送受信点間距離が 500km を超えると E 層下部で反射され、その上に位置する Es の構造および移動を観測することが困難である。さらに、経験則から衛星振幅シンチレーションでは短時間で微弱な変動と Es 波面構造を対応させることは非常に難しいことが分かってきた。したがって、従来の方法を組み合わせた観測では、広域構造の観測が困難であると判り、他の方法を探してきた。

船舶から送信された 162MHz VHF 電波が強い Es で反射されて遠距離伝搬し、その反射点分布が Es 構造と関わっている可能性を指摘した [2]。この特性を利用するため、既存の VHF 帯電波を利用した観測方法を比較検討した結果に基づいて、108~118MHz の VOR/ILS 電波受信による Es 観測システムを構築し、2011 年 9 月に稼働することができた [3]。

初めて観測できた 2012/3/10 11 時 JST のイベントでは、上海付近の南北約 700km、東西約 200km に及び範囲内の VOR 約 20 局が受信できた。この電離層反射点は北九州上空に当たり、その範囲は南北約 350km、東西 100km に相当する。イベントによっては、その反射点範囲が東西 500km × 南北 500km に達することもあり、短時間で Es 広域構造と移動特性調べることができ確認できた。また、同じ 3/10 のイベントでは、送信点位置および受信強度最大時間を直線フィットさせることにより、北から南への移動速度 170m/s を求めた。これを反射点における移動方向および速度に置き換えると、福岡上空を 11 時に北から南に 85m/s で移動したと解釈できる。この移動速度で波面が南に移動してゆくと、山川イオノゾンデ上空到達時刻 12 時に一致することから同じ Es 波面の移動であることを確認できた。

本年 3 月以降遠距離伝搬波が観測され始め、Es 最盛期の 5 月以降 80 日間では、約 50% の確率で観測できた。講演では、多数のイベントについての解析結果を報告する。

謝辞: イオノゾンデデータ使用および HFD 観測への NICT の協力に感謝する。

参考文献

- [1] 富澤一郎, 後藤史織, 今井慧, 齊藤真二, 内山孝: 衛星シンチレーションとHFドップラから求めた2008年6月9日昼間の強いEs擾乱波面の構造および移動, SGEPS 2009年秋季講演会予稿集, B005-30, 2009.
- [2] 富澤一郎, 山本淳: 100MHzを超えるVHF帯遠距離伝搬観測から求めたEs特性, SGEPS 2011年秋季講演会予稿集, B005-28, 2011.
- [3] 山端琢也, 富澤一郎, 山本淳: VHF帯遠距離伝搬受信による広域Es構造観測システム開発, SGEPS 2012年秋季講演会予稿集, 2012.