

## スプラディック E (Es) の HF ドップラ微小変動を用いた大気音波解析方法の開発

# 福田 淳 [1]; 富澤 一郎 [2]

[1] 電通大・宇宙電磁環境; [2] 電通大・宇宙電磁環境

## Development of acoustic wave analysis method using the HF Doppler small variation of sporadic E (Es)

# Jun Fukuda[1]; Ichiro Tomizawa[2]

[1] SSRE, Univ.Electro-Comm; [2] SSRE, Univ. Electro-Comm.

f1331090@edu.cc.uec.ac.jp

In the University of Electro-Communications, HF Doppler (HFD) observation using Chofu JG2XA and the Nagara JOZ transmitting stations is carried out.

In this HFD observation, Doppler shift reflected by sporadic E can be classified as the theory two; (1) The Doppler shift due to sheath-like Es is 0.5 Hz or less (2) Doppler shift due to frontal Es changes linearly. Looking in more detail, it turned out that the short-time change for several minutes by an acoustic wave is overlapped on these Doppler. Since the atmospheric density at the F layer height is thin and the change of amplitude comes out greatly, the amplitude acoustic waves tends to increase in propagating upward, so that the Doppler shift can be easily detected but the propagation is restricted to vertical incidence. On the other hand, in the case of Es placed below the transition temperature of the lower thermosphere, there is no direction restriction, so a wide range of wave source can be observed. Moreover, since the reflective height and the area are narrow, a Doppler spectrum is also narrow, and then detection of the minute change is attained by performing signal processing by MEM. On the other hand, for thin layer plate, and a long and thin wave-front which is a feature of the shape of Es, Various spectra were able to be shown from a different Doppler change arising, and each was able to be made to correspond with each propagation path. Therefore, it turned out that a multipoint simultaneous observation is possible. Since approximately 20 km each observation point distance in the HFD Kanto observation network, it is possible to determine the propagation direction of acoustic waves at a short wavelength, by using Es, the frontal Es narrower than the Fresnel zone with vertical vibration by acoustic waves. The simulation which passes along the halfway point of the observation path is performed. The acoustic wave is analyzed by comparing with this simulation and observational data. By applying this method, the acoustic wave of speed 380 m/s, periodic 210 s, wavelength 80 km, and amplitude 100 m exists in Es traveling by speed 45 m/s to south from north at the 15:20~16:10JST February 14, 2013.

The detailed feature of the analysis method and the observed the acoustic wave will be described.

電気通信大学では調布 JG2XA および長柄 JOZ の二つの短波送信局を利用した HF ドップラ (HFD) 連続観測を実施している。

この HFD 観測においてスプラディック E (Es) からの反射波ドップラは、(1) ドップラが 0.5 Hz 以下の平板上 Es に起因するもの、(2) ドップラが直線的に変化する波面状 Es に起因するものの二つに分類できる。さらに詳細を見ると、これらのドップラ上に、大気音波による数分の短時間変動が重畳していることが分かった。大気音波は、F 層高度では大気が薄く反射高変動が大きくなることから微小変化を観測しやすいが、鉛直方向へ伝搬する波しか観測できない。一方、熱圏下部の温度遷移高度以下にある Es の場合、大気音波伝搬方向制限がなく、広範囲の波源を観測できる。さらに反射高度と領域が限定されているのでドップラスペクトルが狭く、MEM 信号解析を行うことで微小変動が検出可能となるメリットがある。また、Es の形状の特徴である薄層板状、および細長い波面状に対して、異なるドップラ変化が生じることから、多様なスペクトルを伝搬路と対応させることができ、多点同時観測も可能であるとわかった。HFD の関東地方観測網では、各観測地点距離が約 20 km あるので波長の短い大気音波でも伝搬方向を決定することが可能である。

この Es の HFD 微小変動について、フレネルゾーンより幅の狭い波面状 Es が大気音波により、上下振動しつつ観測点の中間点を通っていく際のシミュレーションを行い、観測データと比較することで大気音波を解析することができることを確かめた。この解析方法を適用し、2013 年 2 月 14 日 15:20~16:10 頃に北から南方向へ速度 45 m/s で伝搬している Es に、速さ 380 m/s、周期 210 s、波長 80 km、振幅 100 m の大気音波が重畳していたという結果を得た。本講演ではその解析方法と観測された大気音波の特徴について報告する。