

## HF ドップラ多地点多周波観測による大気波動伝搬特性解析法の開発

# 秋本 晃志 [1]; 富澤 一郎 [2]; 渡口 暢人 [2]  
[1] 電通大・宇宙電磁環境; [2] 電通大・宇宙電磁環境

## Development of analyzing method for atmospheric waves by multi-point multi-frequency HF Doppler observation

# Koshi Akimoto[1]; Ichiro Tomizawa[2]; Nobuto Toguchi[2]  
[1] SSRE, Univ.Electro-Comm; [2] SSRE, Univ. Electro-Comm.

Conventionally, in the atmospheric wave analysis of the HF Doppler (HFD) observation, only a few stations are employed in this analysis by assuming a plane wave. In order to analyze the atmospheric waves from near sources more stations data should be included in the analysis, we have increased up to 8 stations around the Kanto area. 5006 and 8006 kHz from JG2XA in Chofu (Tokyo), 6055 and 9595 kHz from JOZ in Nagara (Chiba), we have been developing the wave analyzing method by using these eight stations. First, a horizontal movement speed and direction is calculated from these. Height variations at to get the horizontal wave number by integrating, these considering the reflection heights to get the vertical wave numbers for each reflection points. And it is checked whether these wave parameters meets the omega-k diagram [1] of an atmospheric gravity waves. In the way of reflection height the observations of analysis the ionosonde at the NICT, Kokubunji is used to estimate the actual reflection height.

This analysis method was applied to the Doppler variation observed around 23:00 (JST) on June 29, 2013. That showed the large height 40km variation. We get almost the horizontally propagating the gravity wave that has 177 degrees of angles of direction and the speed of 158 m/s. When the wave number was calculated,  $k_H$  was set to  $5.5 \times 10^{-6}$ , and  $k_z$  was set to  $5.4 \times 10^{-5}$  by the omega-k diagram. This result shows that the atmospheric gravity wave came from the north. the value of  $k_z$  obtained by observation was  $3 \times 10^{-5}$ , but the value is somewhat small compared with the value expected by the omega-k diagram. The difference can be explained by the accuracy of local reflection height, but more analysis are required show the local differences.

The calculation method of the characteristics of atmospheric gravity waves using the multi-frequencies HFD has been developed to investigate atmospheric gravity waves of various kind of sources. More results will be presented at the meeting.

Acknowledgement: We are grateful to NICT for the ionosonde signal transmission.

Reference

[1] Kenneth Davies: Ionospheric Radio, IEE, 1990.

従来、HF ドップラ (HFD) による大気波動解析では数点の観測データから平面波を仮定することにより行っている。最近、観測点付近の気象現象との関連のある例が見出されてきた。このような近傍にある波源からの大気波動を解析するには、多くの垂直・水平方向の観測データを必要とする。これらのデータを取得するため多周波多地点観測を行っている。調布 (東京) にある JG2XA の 5006、8006kHz および長柄 (千葉) にある JOZ の 6055、9595kHz を関東地方 8 地点で同時観測することにより、垂直水平方向の伝搬特性を解析可能とした。はじめに、HFD から反射点の垂直方向の移動速度を導出し、それを時間で積分することで反射点の高度変化を導出し、周波数による反射高度変化の時間の差を求める。反射高度変化が反射点の高さによって起こる時間に差があることを考慮して、垂直方向の移動速度と周期から垂直成分の波数を求める。次に観測点毎の HFD 変動周波数毎の位相差をとることで、水平速度を導出する。水平速度と周期を利用して計算することで水平成分の波数を求める。最後に大気重力波 omega-k ダイアグラム [1] と導出したものが一致するかを確認する。また導出した結果と独立した他の観測方法である垂直イオノゾンデ観測 (NICT、国分寺) の観測結果を比較し、HFD から導出した反射高度変化の上下移動と対応関係があるかも確認する。

この解析方法を 2013 年 6 月 29 日 23 時 (JST) 頃に観測されたドップラ変動に適用した。垂直方向には約 40km の高度変化を起こし、水平方向は 158 m/s で方位角 177 ° で進んでいることがわかった。波数を計算したところ  $k_H$  が  $5.5 \times 10^{-6}$  となり、omega-k ダイアグラムでは  $k_H$  が  $5.5 \times 10^{-6}$  に対する  $k_z$  が  $5.4 \times 10^{-5}$  となった。この結果からこの伝搬性電離圏擾乱が極域から来た LS-TID であることがわかった。多周波数観測から得られた  $k_z$  は  $3 \times 10^{-5}$  となり、omega-k ダイアグラムと比較して小さい値になった。これは垂直成分や水平成分導出過程における誤差が大きく、omega-k ダイアグラムと一致しない原因であると考えられる。この誤差を小さくすることが課題とわかった。

講演では、いくつかの大気重力波を起因とする伝搬性電離圏擾乱を例に HF ドップラを利用した大気重力波の特性の導出方法や解析結果、今後の展望について報告する予定である。

謝辞

本研究を行うにあたり、情報通信研究機構のイオノゾンデデータを利用させていただいたことを感謝する。

参考文献

[1] Kenneth Davies: Ionospheric Radio, IEE, 1990.