

R005-30

B会場：11/5 PM1 (13:45-15:30)

14:30~14:45

HF ドップラー観測による流星エコーの解析

#齋藤 広樹¹⁾, 中田 裕之²⁾, 大矢 浩代³⁾, 細川 敬祐⁴⁾

(¹⁾千葉大学, (²⁾千葉大・工, (³⁾千葉大・工・電気, (⁴⁾電通大)

Examination of meteor echos observed by HF Doppler sounding

#hiroki saito¹⁾, Hiroyuki Nakata²⁾, Hiroyo Ohya³⁾, Keisuke Hosokawa⁴⁾

(¹⁾Chiba University, (²⁾Grad. School of Eng., Chiba Univ., (³⁾Engineering, Chiba Univ., (⁴⁾UEC,

It is known that ionospheric disturbances occur at an altitude of 80~120 km when meteors enter the Earth's atmosphere. The plasma associated with meteors entering is called a meteor trail and reflects radio waves in the HF and VHF bands due to its plasma density. Since most of the meteor radio observations have been performed using VHF band radio waves, meteor radio waves were observed using radio waves in the HF band in this study. Meteor echoes are classified into Underdense echoes and Overdense echoes by the scattering mechanism. The signal intensity at Underdense echo is exponentially attenuated. On the other hand, the signal intensity at Overdense echo is remains constant for a while, and then it is rapidly attenuated. In addition, there are differences in the observed Doppler shifts between Overdense and Underdense echoes. While the Underdense echo reflects the movement of the meteor trail due to the neutral wind, the Overdense echo reflects the radial spread speed of the meteor trail. We have examined meteor echos observed by the HF Doppler sounding system utilized by the University of Electro-Communications and four other institutions. The transmitter of this system is located the Chofu Campus of the University of Electro-Communications. Since meteor trails are located at altitudes of 80 to 120 km, radio waves are reflected at these altitudes, which is lower than the usual reflections. We used Doppler data received at the Fujisawa, Sugito, Kakioka, Orai, and Kashima stations using 8 MHz radio waves transmitted from the Chofu campus. The event examined in this study occurred at 20: 30: 27 JST on October 25, 2014. In the meteor echo, radio waves are reflected under the condition that the incident angle is equal to the reflection angle. We found the reflection points that satisfies this condition. From the signal intensity of the observed meteor echo, it was clear that the observed meteor echos are the Overdense echo because the temporal variations of signal intensities have same features as the Overdense echoes. The duration of the meteor echo was much longer than that obtained by VHF radar. This is because the lifetime of the echo is proportional to the square of the wavelength. Because the meteor echo in this event is categorized as the Overdense echo, the Doppler shift is related to the speed of the radial diffusion of the meteor trail. Therefore, assuming that the trail is diffused, and the reflection point of the echo moves vertically downward, the speed of radial diffusion of the meteor trail can be estimated by the temporal variation of the Doppler shift at the time of meteor occurrence. Then, we also estimated it using the relation equations from the previous statistical results (Fish and Barkey, 1998). As a result, the speed of radial diffusion almost coincided in Kakioka, Orai, and Kashima. Assuming that wind speed was the same at the reflection points and the meteor trail has moved in a certain direction, we estimated the speed and direction of the neutral wind from the Doppler shift and compared it with the neutral wind model. As a result, the wind speed almost coincided with the model, but the wind directions were almost inconsistent.

流星が高度 80~120 km の地球大気に突入して、大気分子と激しく衝突した時に電離圏に擾乱が発生することが知られている。この時擾乱として生じるプラズマは流星飛跡と呼ばれ、電子密度の増加により HF、VHF 帯の電波を反射する性質をもつ。これまで流星電波観測の多くは、VHF 帯の電波を使用して行われてきた。そこで本研究では、HF 帯の電波を使用して、流星に伴うエコーの解析を行った。流星エコーは散乱機構によってアンダーデンスエコーとオーバーデンスエコーに分類される。それぞれのエコーの受信強度には違いがあり、アンダーデンスエコーの受信強度は指数関数的に減衰、オーバーデンスエコーは受信強度の強い時間が続き、やがて急速に減衰する特徴を示す。更に、観測されるドップラーシフトにも違いがあり、アンダーデンスエコーは中性風による流星飛跡の移動、オーバーデンスエコーは流星飛跡が半径方向に広がっていく速さを反映したものとなる。本研究では電気通信大学を中心とした 5 機関で運用されている HF ドップラー観測システムにより取得された流星エコーを使用した。本来、HF ドップラー観測では、電波は送信点と受信点の midpoint 直上の電離圏にて反射されるが、流星飛跡は高度 80~120 km に生じるので、本来反射される高度より低い高度で反射される。解析には電気通信大学調布キャンパスより送信された 8 MHz の電波を藤沢、杉戸、柿岡、大洗、鹿島の各観測点で受信した際のドップラーデータを使用した。解析対象は 2014/10/25/20:30:27 JST に発生した流星である。流星エコーは、流星飛跡に対して入射角と反射角が等しくなるように反射される。各観測点に対して、この条件を満たす位置を反射点として求めた。観測された流星エコーの受信強度の時間変化から観測された流星エコーはオーバーデンスエコーであることが明らかとなった。エコーの継続時間は約 15 分とかなり長くなったが、本研究では HF 帯電波にて観測を行い、流星エコーの継続時間は送信周波数の波長に比例するため、これまでの VHF 観測によるものと比べ長くなったと考えられる。また、今回得られた流星エコーはオーバーデンスエコーであることから、ドップラーシフトは、流星飛跡の拡散速度を反映していると考えられる。そこで、飛跡の拡散により、エコーの反射点が鉛直下方向に移動したと仮定して、流星発生時刻からドップラーシフトが変化するまでのドップラーシフトの差から流星飛跡の半径方向への広がり速さを求めた。統計的な結果から得られた関係式 (Fish and Barkey, 1998) を使用して求めた飛跡の広がり速さと比較したところ、ほぼ一致した値が得られた。また、ドップラー周波数には中性風による飛跡の移動も含まれていると考え

られることから、流星飛跡が形状を保ったままある方角に移動したと仮定して、観測されたドップラーシフトから中性風の風速と風向を推測した。その結果を HWM モデルにより導出した風分布と比較したところ、風速の値はほぼ一致したが、風向はあまり一致しなかった。流星の飛跡がその形状を保ったまま中性風により移動すると仮定することはあまり適当でないと考えられ、より現実的な導出法を考える必要がある。