

高知工科大学 5ch 電波干渉計による流星軌跡算出と絶対強度測定システムの開発

大和 忠良 [1]

[1] 高知工科大

Development of the KUT 5ch HRO-IF with function trajectory determination and power calibration

Tadayoshi Yamato[1]

[1] Kochi University of Technology

1. Introduction

Ham-band Radio meteor Observation (HRO) has an advantage of 24-hours continuous data detection. In Kochi University of Technology (KUT), a 5ch(channel) HRO-IF(interferometer) was developed in 2009 and has been observing the meteor appearance position of every meteor echo, with operating an automatic meteor observation system that automatically publishes observational results on web in quasi-real time (Noguchi, 2009). Meteor parameters acquired by the observation system are: time of detection, elevation and azimuth of the echo, and the relative signal strength. In addition, we developed a new system of meteor trajectory measurement by multiple-sites observation with GPS time, combined with the 5ch HRO-IF (Yamasaki, 2012). Now, we are developing a calibration device for measuring absolute reception power of each HRO meteor echo for the next development of the observation system.

2. 5ch HRO-IF

In the 5ch HRO-IF, the appearance position of each meteor is monitored using interferometer technique. 5 superheterodyne receivers are used for the 5ch HRO-IF. A common local oscillator to put the same phase signal into each receiver is used, because there is a need to keep the phase difference at the time of frequency conversion. IDL is used for developing software to operate the automatic meteor observation web pages with the data set of the 5ch HRO-IF.

3. Meteor trajectory measurement

In order to verify the observation system of meteor trajectory measurement, we observed meteor echoes during an active phase of Geminids meteor shower between Dec. 13 and Dec.16, 2011. We tried a simultaneous observation by optical video instruments (Watec CCD cameras) and radio interferometer with multiple-sites observation for data comparison. Optically we observed 71 meteors, however, simultaneously observed meteor echo at three radio sites and the camera site was only 1 case. As a result, though it was only 1 case, the azimuth angles of the meteor trajectory obtained by the both methods were nearly consistent with each other, namely, that by optical observation was 156 degrees, whereas, that by radio wave observation at the same time was 159 degrees, respectively.

4. Absolute power calibration device

Reception power of each meteor echo is usually indicated in an intensity graph of the HROFFT a dedicated software for HRO) corresponding to relative power (dB value) on a noise floor. Intensity of Doppler distribution is indicated on a FFT spectrogram using relative color scale of 13 levels (0 to 12). In HRO, expectation of absolute power of each meteor echo is in a range between -80 dBm and -120 dBm (Usui, 2004). In this study, we develop a signal generator that can output simulated meteor echo signal, creating a descending step-function with 10 dB intervals in 5 s per 10 minutes. The developed device will be applied to receiver block of the 5ch HRO-IF. We can analyze absolute power of each meteor echo by super imposing the simulated signal by HRO-IF-View software that can display waveform of each echo.

5. Summary

In 2011, we improved the KUT radio meteor observation system in order to measure meteor trajectories. We were successful in 3-sites simultaneous observation for 71 meteor echoes during a 4-days observational test period for the Geminids meteor shower. Though, we obtained only 1 meteor dataset of simultaneous detection by optical and radio observations, resulting in a good coincidence with 3 degrees for the azimuth of trajectory determination. Namely, it was within an error range of about 5 degrees for radio observation. In order to verify the system performance we need more dataset for a statistical approach. In this paper, we will introduce current status and future of the KUT 5ch HRO-IF and the developed calibration device for measuring the absolute reception power of each HRO meteor echo.

1. はじめに

流星電波観測 (HRO) は、天候や昼夜を問わず 24 時間流星の観測が可能である。高知工科大学では、2009 年に 5ch 流星電波干渉計を開発し、流星電波の到来角から流星出現位置を観測してきた。また、準リアルタイムで観測結果を Web に公開する流星自動観測システム (埜口,2009) の運用を行っている。本観測システムで得られる流星パラメータは、アン

テナから流星までの仰角・方位角(または高度を 90 km と仮定した出現位置座標)、観測時刻、および相対受信強度である。さらに 2011 年には、5 チャンネル(ch) 電波干渉計及び GPS 時刻較正付受信機を用いた多地点観測により流星軌跡情報の算出を行うシステムを開発した(山崎,2012)。

同観測システムの発展形として、現在開発中の流星電波エコーの絶対強度測定システムの開発について報告する。

2. 5ch 電波干渉計

5ch 干渉計は、流星電波の干渉原理を利用し位相差から流星の出現位置を測定している。干渉計では複数台のスーパーヘテロダイン受信機を用いており、周波数変換時に位相差を保持する必要があるため、各受信機に対する局部発振を共通とし、同位相の信号を入れる構成である。干渉計では高精度な時刻同期が求められるため、正秒タイミングで出力される 1PPS(Pulse Per Second) パルスを AD ボード入力した信号を用いて 1 s 毎に時刻を決定し 0.1 s 毎に解析を行っている。流星軌跡算出プログラムにはより高精度の時間分解能が必要となるため、0.001 s 毎にピーク周波数に追従した強度解析を行う仕様とした。ソフトウェア開発には、IDL を用いて既存の自動観測プログラムを改良し、5ch 電波干渉計で求めた観測データとともに観測結果は高知工科大学のホームページ内にて公開している(埜口,2009)。

3. 流星軌跡情報算出システムの評価

2011 年 12 月 13 日から 16 日のふたご座流星群の活動期に観測を行い、流星の軌跡情報の算出システムの比較検証を行った。比較のため、Watec 製高感度ビデオカメラを用いて光学・電波同時観測を試みた。光学観測で記録された流星は 71 例あったが、電波観測での 3 地点同時観測が成立し、且つカメラでも同時観測された流星は 1 例しか得られなかった。その 1 例を解析した結果、光学観測のカメラ画像から求められた軌跡方位角は 156 度で、同時刻の電波観測による解析結果は 159 度であり、ほぼ整合する結果が得られた。統計的比較として、ふたご座流星群の輻射点情報を勘案し、ふたご座流星群に起因すると思われる流星を選定し、平均速度の比較を行った。ふたご座流星群の光学観測による平均速度 35 km/s に対し、電波観測で得られた平均速度は約 43 km/s となった。

4. 絶対強度較正システム

現在、流星電波エコーの受信強度は、ノイズフロアからの相対 dB 値に応じた強度グラフとして HRO 観測専用ソフトウェア HROFFT の出力画像の下部に表示され、また同出力画像上のダイナミックスペクトルとしては 0 から 12 の 13 段階をカラーバーを用いて相対表示されている。HRO において流星エコーの絶対強度の予想値は -80 dBm ~ -120 dBm であり(臼居他, 2004)、本研究では、その値を 10 dBm 間隔ずつ一定時間毎に約数秒間程度出力できる模擬信号発生装置を開発する。現在観測が行われている 5ch 電波干渉計の受信部に本装置を組み込み、波形表示ソフトウェア HRO -IF-View に表示させることにより、その値を目盛り代わりに使いデータ解析が可能ないように改良する。