

# 前方散乱方式を用いた流星レーダー観測手法の開発 および 5ch 流星電波干渉計との同時観測の試み

Development of a meteor-radar observation tool by using forward-scattering method  
and a trial of simultaneous observation with 5 channel meteor radio interferometer

1235083 佐藤 匠 (宇宙地球探査システム研究室)  
(指導教員 山本 真行 教授)

## 1. 背景

流星(Meteor)は宇宙空間に漂う直径約数 [mm] ~ 数 [cm] のチリの粒が地球大気に飛び込むとき、大気との激しい衝突により原子や分子がプラズマ化しガスが発光する自然現象である。

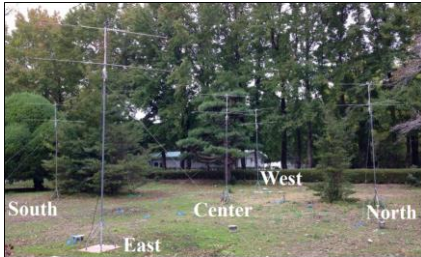


図1 5ch 流星電波干渉計[1]

流星の発光時には流星飛跡に沿って発生したプラズマにより細長く高密度な円柱状の電離柱が形成され、流星電波観測はこの電離柱の自由電子による散乱電波を用いた観測方法である。散乱電波の受信方向によって観測方式が分類され、高知工科大学 山本研究室(以下、本研究室)では福井県立大学の送信局より CW モード出力 50 [W]にて 24 時間連続で送信される 53.755 [MHz](VHF 帯、アマチュア無線波)を対象にした前方散乱方式での HRO が行われてきた[1]。HRO により求まる流星情報は幅広く、香美キャンパス内(以下、学内)に設置した 5ch 流星電波干渉計(図 1)を運用すると流星出現位置(方位角・仰角)を算出できる(ただし流星出現高度の仮定は必須である)。

## 2. 目的

著者は第 3 級アマチュア無線技士の資格を所持しており、自ら開局した送信局の運用が可能である。本研究室で蓄積された HRO の受信技術にレンジング技術を新たに組み合わせることで、流星との直線距離を推定できる。目的の 1 つは新システムにより流星との直線距離推定例を 1 例以上得て、前方散乱方式における流星レーダー観測手法を開発することである。上述システムに加えて 5ch 流星電波干渉計との同一流星の観測(同時観測)ができれば、今まで仮定していた流星出現高度が算出可能になり、3次元流星出現位置が推定できる。目的 2 つ目に両手法での 1 例以上の同時観測および流星の 3次元位置推定を達成することを掲げる。

## 3. 手法

本研究で運用したシステムは、流星レーダー観測のための送信局 1 局(JA 高知 大杉支所)、受信局 2 局(学内 : A、送信局脇 : B)に加えて 5ch 流星電波干渉計である。送信局では送信機に ICOM 製 IC-7100M を使用し、主に搬送波周波数 53.753750 [MHz]に対して USB モード出力 50 W でレンジングコード(1 kHz の正弦波をランダムに ON/OFF する音声)を送信する実験を実施した。



図2 受信局 B

各受信局では受信機からの音声信号を分配し、一方は受信信号をスペクトル解析できる専用ソフトウェア HROFFT に、もう一方は Picoscope2204A(サンプリング周波数最大 100 [MHz])にそれぞれ接続しデータを自動

取得した。HROFFT による時系列順のスペクトル解析結果をもとに該当時間の Picoscope6(Picoscope2204A の専用ソフトウェア)の保存波形を確認した。送信局と数 [m]離れた受信局 B では送信時刻とほぼ同時刻に直達波が記録されるのに対して、学内の受信局 A では流星エコー等の間接経路でしか送信電波は記録されない。両受信局でレンジングコードを含む波形が記録できればレンジングに必要な受信時間差を算出できる。

## 4. 結果

計 7 回の実験において HROFFT で流星エコー 2 例、飛行機エコー 35 例を観測した。しかし Picoscope6 の記録にはレンジングコードを含む波形を特定できなかった。35 例の飛行機エコーのうち数例で 5ch 流星電波干渉計との同一流星観測を達成し、うち 1 例は該当時間の Picoscope6 取得データに 120 [Hz]ほどの突発的波形を示すものがあつた。

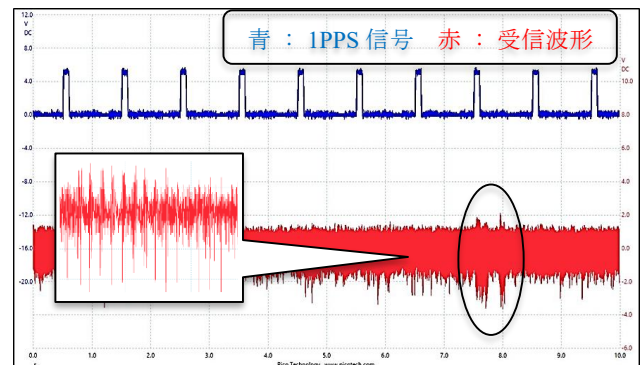


図4 2月2日 22:31 頃の Picoscope6 保存波形  
(縦軸 : 電圧 [V], 横軸 : [s])

## 6. 考察

流星エコーの検出数が極端に少ない要因に、本来特定の幾何学条件において HRO は成立するが、この条件を満たしづらい環境設定だった可能性を挙げる。また視認による波形解析にこだわったが、距離や反射による送信電力減衰(約 160 dB)[2]や周りのノイズ環境を考慮すると、視認比較できる受信波形が記録される確率は低く長期の実験が必要であることが挙げられる。

## 7. 結論

流星との直線距離推定例を得ることはできなかったが、新システムを構築し前方散乱方式における流星レーダー観測手法を試行できた。流星レーダー観測と 5ch 流星電波干渉計の同時観測例はなかったため、流星の 3次元位置推定は達成できなかった。

## 謝辞

本研究を行う上で特にお世話になりました株式会社パスキュール 武田 誠也様、中根 純夫様、JA 高知 大杉支所 支所長 西村 尚利様に深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 佐藤匠, “新 HRO 干渉計システムにおけるリアルタイム解析手法の確立と流星総合観測の運用試験,” 平成 30 年度 高知工科大学 卒業研究報告, 2019.
- [2] 福田明, “流星バースト通信,” pp. 54, コロナ社, 1997.