

流星の多地点観測を用いた精密時間差計測と流星速度算出の試み

1200002 赤松 直 (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

流星とは、宇宙空間に漂う直径数mm～数cm程度のチリが地球の大気に飛び込んでくる際、大気と激しく相互作用し、高温によりチリが気化する一方で、大気や気化したチリの成分が激しく光を放つ現象である。

2. 目的

先行研究で開発・試行された観測手法を理解・再現し自らの手で流星電波観測を行いたいと考えた。2017 年 3 月以降、運用されていなかった観測システムを再構築し連続運用への道を拓くことで、流星計測分野の発展が期待できる。本研究では、同一流星と思われる流星の到来を精密計測し、1 例以上の流星速度算出を試みることを目的とする。

3. 観測手法

流星が上空 100 km 付近で発光する際、大気分子や流星物質を構成する原子・分子が正イオンと自由電子に分かれる「電離」が同時に起こる。こうして一瞬にできた高密度の電子とイオンの混合気体は、流星の流れた軌道上に長いチューブを満たすように存在する。この中の自由電子は電波を散乱するため、レーダー電波が散乱され受信点で信号として受信される。流星電波観測はこの性質を利用し観測を行う。

4. 解析手法

本研究では、学外の 2 地点(A 及び B)でそれぞれ 1 台のアンテナと受信機を用いて観測データの収集をした。

地点 A 及び B では、アンテナから受信機を介し、A/D ボードからサンプリングデータと GNSS(GPS)の 1PPS 信号を同時入力する。このデータは、波形抽出ソフトウェアで自動処理され、個々の流星エコーの波形を描画することでミリ秒単位の立ち上がり時刻を決定し、流星エコー検出時刻の時間差を精密に計測する。

5. 観測結果

2020 年 1 月 15 日から 1 月 27 日の期間において、学外に設置した 2 地点で観測をし、同一流星と考えられる例を表 1 示す(アンダーデンスエコーに※)。また、地点 A における波形の一例を図 1 に示す。

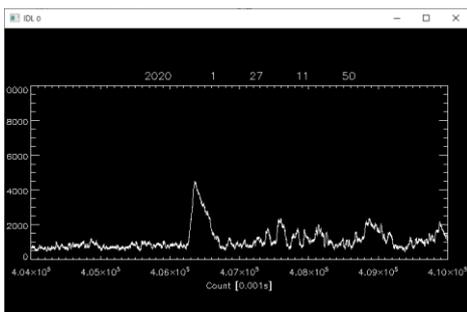


図 1 エコー波形の 1 例

表 1 同時流星と考えられる例(2020 年 1 月 7 日から 27 日)

| 日付 | 地点A | 地点B | 時刻差(s) | |
|-------|----------|----------|--------|---|
| 1月7日 | 3:09:12 | 3:09:42 | 30 | |
| 1月9日 | 9:19:40 | 9:20:09 | 29 | |
| | 22:46:29 | 22:46 | 30 | |
| 1月10日 | 3:31:56 | 3:32:27 | 31 | |
| 1月18日 | 10:24:36 | 10:24:49 | 13 | |
| | 11:39:17 | 11:39:32 | 15 | |
| 1月26日 | 9:34:35 | 9:34:32 | 3 | |
| | 10:17:35 | 10:17:27 | 8 | |
| 1月27日 | 5:06:07 | 5:06:39 | 32 | ※ |
| | 5:27:34 | 5:27:45 | 11 | |
| | 7:37:31 | 7:37:38 | 7 | |
| | 8:47:14 | 8:47:20 | 6 | ※ |
| | 9:03:47 | 9:03:50 | 3 | |
| | 9:32:07 | 9:32:04 | 3 | |
| | 10:31:04 | 10:31:10 | 6 | |
| | 10:32:55 | 10:32:47 | 8 | |
| | 11:05:19 | 11:05:26 | 7 | ※ |
| | 11:21:51 | 11:21:56 | 5 | ※ |
| | 11:56:43 | 11:56:50 | 7 | ※ |
| | 12:10:17 | 12:10:25 | 8 | ※ |
| | 12:41:46 | 12:41:56 | 10 | |
| | 12:47:30 | 12:47:41 | 11 | |

6. 考察

本研究の成果として、先行研究(山崎, 2012; 水本, 2017)により開発・試行された、前方散乱流星電波観測を再構築し、その多地点観測用システムの試験運用を行うことができた。

流星エコーの検出に関しては、地点 A, 地点 B でともに行うことができたが、波形の抽出は地点 A でのみ行うことができた。この波形から精密な時刻を求めることで、流星速度算出を行うことができる。

7. 結論

本研究において、多地点観測システムの理解と再構築を行い、実際に電波観測を用いて流星の観測に成功した。

精密時間差計測に関しては、多地点観測システムを設置した学外の 2 地点間で、精度のある時間差計測は行えなかった。今後の展望として、時刻同期を用いた精密な流星エコーの検出を行い、5 ch 電波干渉計と組み合わせた多地点観測を用いて流星速度の算出を行いたい。

参考文献

[1] 水本聡, “多地点電波観測による流星飛跡情報の算出と流星総合観測システムの構築”, 平成 28 年度 高知工科大学 特別研究報告, 2017.
 [2] 山崎倫彦, “5ch 干渉計及び多地点観測に基づく流星軌道計測法の開発と KUT 流星電波観測システムの改良”, 平成 22 年度 高知工科大学 特別研究報告, 2012.