

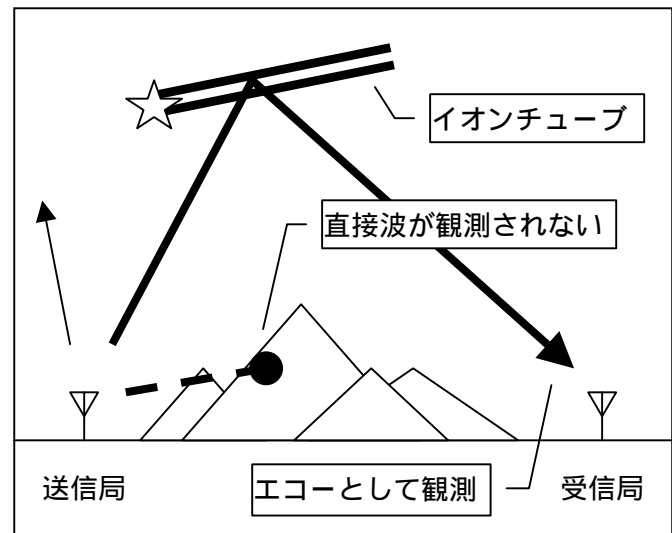
HRO が観測する流星を知る！

～ HRO 観測領域の検証 ～

東京大学教育学部附属中等教育学校
6年 内海洋輔

1. はじめに

宇宙空間に漂う物質（流星物質）が地球大気に衝突したときに放出したエネルギーが周囲の原子・分子を電離し、その流星物質の飛跡に大量のイオンを生成する。（飛跡上に存在するイオンの雲をイオンチューブと呼ぶ。）HRO では、イオンが電波を反射する性質を利用し、イオンチューブに電波をあて、その反射波を観測することで、イオンチューブの出現を検出する観測法である。特に映画などで見る航空レーダーなどと違う点は、電波の送信¹と受信を分け²（右図）、連続波を使っているため、イオンチューブの存在する方向を決定することが出来ないことである。この問題は致命的で、どこに出現した



流星であるかが分からないために、流星までの距離が測定できず、反応（エコー）からイオンチューブの規模や、対置速度などの推定も出来ない。したがって、一つの流星から得られるデータが「何時何分何秒頃に流星が出現した」という時刻情報のみなのである。

これまでに、流星群（流星の入射角）によって HRO が観測できる空域（観測領域と呼ぶ）が移動・消滅するということを計算上で明らかにした。（内海 2002[1]）この結果から、実際の観測においてみられた、極端な観測流星数の減少もうまく説明することが出来るようになった。しかし、いまだに、流星の明るさとエコー強度の関係といった基本的なことが分っていない。このことを明らかにすることは非常に難しいので、HRO で物理量を測るための第一歩として、観測領域の仮定の成立する割合を測定することを目的とした。

2. 研究方法

計算された観測領域に出現した流星が HRO によってどれだけ捕捉されるかを観測する必要があるので、ビデオ観測を行った。また HRO の観測局は日本各地に観測局があるのでビデオ観測の都合に合わせ、AMRO ネットを利用してデータを取得した。

ビデオ観測は長野県小淵沢市の宮坂氏の私設観測所にて、高感度モノクロ CCD カメラ WATEC NEPTUNE100（レンズ：6mmF0.8）を 5 台借用（Astro-HS より）し、東・西・南・北・天頂の方向を 11 月 18 日 0:00 から 20 日 6:00 まで観測を行った。記録は家庭用ビデオカメラに CCD カメラの映像信号を入力し miniDV テープに録画した。後日、再生して出現時刻、等級、群判定などを調べた。

HRO 観測はビデオ観測が行われた上空を観測領域にもつ観測局を探し、データを取得した。解析には HROView（山本道成氏）を使用し、ピクセル数から出現時刻、継続時間を測定した。

¹ 53.750MHz：福井県鯖江市，JA9YDB，代表前川公男；28.208MHz：長野県池田町，JR0YAN

² 前方散乱レーダーという。

以上のデータを使って、出現時刻をもとに同時に観測された同時流星を調べる作業を行った。この作業は電波、可視光共に現在も継続中である。

3. 結果

現段階では同時流星であった流星が 50MHz 帯において

$(\text{光学観測と電波観測で同定の取れた流星数}) / (\text{電波観測による流星数}) = 15\%$

程度であった。また、観測領域が重ならない部分ではまったく同定のとれた流星はなかった。

4. まとめ

この観測結果は、観測数自体が非常に少ないので誤差が非常に大きく断定できないうえに、観測した流星が長い³オーバーデンスエコー⁴であるすると、計算で利用した仮定⁵に不具合が生じることから推定された観測領域上にある流星とは考えがたい。これは、イオンチューブが存在する高度 100km 付近の風速が 100m/s になることも珍しくないことから、イオンチューブが生成されてすぐに変形し、送信局と受信局を焦点とした回転楕円面上に存在しないイオンチューブでも受信されてしまうためである。しかし、短いオーバーデンスエコー（流星の等級でおよそ 0 等から 5 等）は全反射をするとされている。現在、ビデオ観測で観測されている流星は 0 等から 4 等のものがほとんどであるので電波観測で同定がとれないのは不思議である。なお、この長いオーバーデンスエコーに対してアンダーデンスエコー⁶があり、この場合には仮定が成り立つといわれている。アンダーデンスエコーは 1 秒以下で観測され、その流星は 6 等以下といわれているので、今回の可視光観測では観測できない。

観測数自体が少ない点に関しては未だ可視光、電波ともにデータがあり、また、電波源も二つあるので発表当日までには解決できるだろう。しかし、同じ計算を用いて発表されている論文（渡部 1984[3]）によれば、かなりの割合で観測されている都の報告がある。もし、実際に成立割合が極めて低いとするならばこの原因は周波数によるものなのか、流星群の種類、すなわち対地速度によるものなのかを、検討していきたい。また、現在では計算された観測領域と可視光観測の観測領域の重なりがどれくらいの割合で重なっているか判断できないので今後はこの点についても解決できるようにしたい。

謝辞

本研究を進める上で以下の方にご協力いただきました。観測：志岐成友氏（理化学研究所）、西上耕一郎氏（東京都狛江市）、データ提供：臼井隆志氏（AMRO）、小川宏氏（AMRO）、資材提供：高校生天体観測ネットワーク、理化学研究所、解析協力：後藤元氏、松本達彦氏、内海雄紀氏（東京大学教育学部附属中等教育学校天文部）。ありがとうございました。

参考文献

- [1] 内海洋輔（2002 年）：HRO 流星レーダーの観測領域の計算，東京大学教育学部附属中等教育学校 卒業論文（<http://www2.odn.ne.jp/~utsumi/astro/study/>）
- [2] RMG 編集委員会（代表：中村卓司）（2001 年）：流星電波観測ガイドブック，3.2 流星電波観測の原理
- [3] 渡部潤一（1984 年）：群流星に対する FM 流星出現領域の計算（II），電波流星研究第 12 号 4-21

連絡先

内海洋輔（utsumi@pop21.odn.ne.jp）, <http://www2.odn.ne.jp/~utsumi/> 意見・感想などご遠慮なく

³ オーバーデンスエコーの継続時間の長さ（等級と密接な関係がある？）で反射条件が異なる。

⁴ overdense echo；使用している電波波長に対する電子密度が高く、イオンが面として電波を反射する状態。

⁵ イオンチューブに入射した電波は、その入射角と反射角が等しくなるときにのみ受信するという仮定。これを満たす点の集合は送信局と受信局を焦点とした回転楕円面となる。

⁶ underdense echo；一つ一つの自由電子からの散乱で電波が反射（散乱）される。