

HRO 流星レーダー観測領域の検証

西武台高等学校 天文部

近藤 裕介 鈴木 祥平(高3) 落合 聡 井上 拓也
吉原 聡志 家田 博之 中 高文 竹内 俊樹(高2)

1. はじめに

流星が大気に入ると高度 100km 程で電離柱を形成する。高層風の影響で電離柱の形状変化がおきない流星を今回のシミュレーションで扱う流星とする。送信局 TX と受信局 RX を焦点とする回転楕円体に対する接平面の輻射点方向のベクトルを流星ベクトルとし、また TX から送信された電波が流星の電離柱で鏡面反射し RX で受信される。この場合回転楕円体の式とその接平面に対する法線ベクトルを含む直線式との交点(反射点)は、の連立方程式を解くことで求められる。それが輻射点の高度変化とともに接平面の流星ベクトルが変化し、しいては反射領域移動モデルが想定できる。

$$(x^2/a^2) + (y^2/(a^2 - d^2)) + (z^2/(a^2 - d^2)) = 1 \dots\dots$$

d: 送信局距離(TX-RX)の 1/2 a: 回転楕円半長軸

$$\mathbf{p} \cdot (2x/a^2) + \mathbf{q} \cdot \{2y/(a^2 - d^2)\} + \mathbf{r} \cdot \{2z/(a^2 - d^2)\} = 0 \dots\dots$$

(p, q, r)は流星ベクトルの成分

HRO 反射領域シミュレーション時間移動と各カメラの撮影エリア

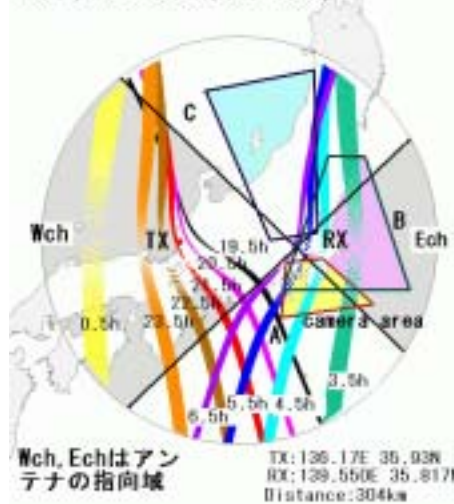


Fig1

2. 方法と結果

HRO と高感度カメラの同時流星観測を実施する。時間同期をする。

反射領域に出現した流星は HRO と VTR の同時に記録される。時間ごと同時率測定。

反射領域 MAP に同時観測流星のプロット。

観測日: 2003 年 12 月 14 - 15 日

受信環境: 西向き、東向き HB9CV2 素子、天頂向き(エレメント東西向き) HB9CV4 素子 53.75MHz 前川公男氏(福井県鯖江市福井高専)送信のピーン波を受信する。受信局(埼玉県新座市、西武台高校第一校舎地上 20m): 受信機アイテック HRO.RX-1 送信局から距離 304km

高感度カメラ: WAT-100N f8mm F0.8 視野角約 60° × 40°、3 地点撮影

A(E139.9 N35.8)方位角 162° 仰角 40°

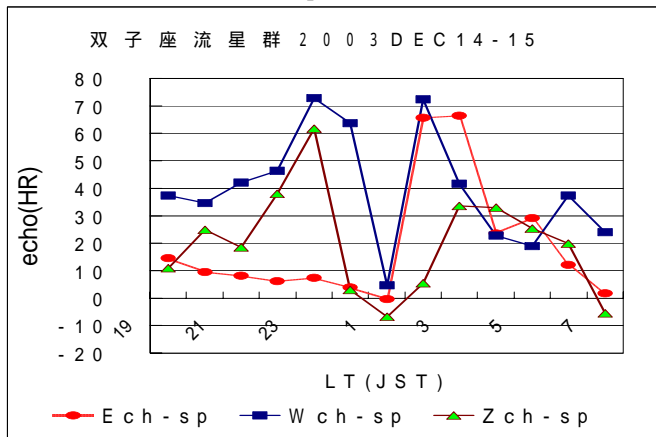
B(E140.6 N38.0)方位角 180° 仰角 34°

C(E139.7 N35.7)方位角 346° 仰角 36°

時刻精度の保持: HRO 記録用 PC の時間精度は電波時計、また、流星記録用 DV カメラ(デッキ部使用)は観測直前に NTT 時報にて校正した。

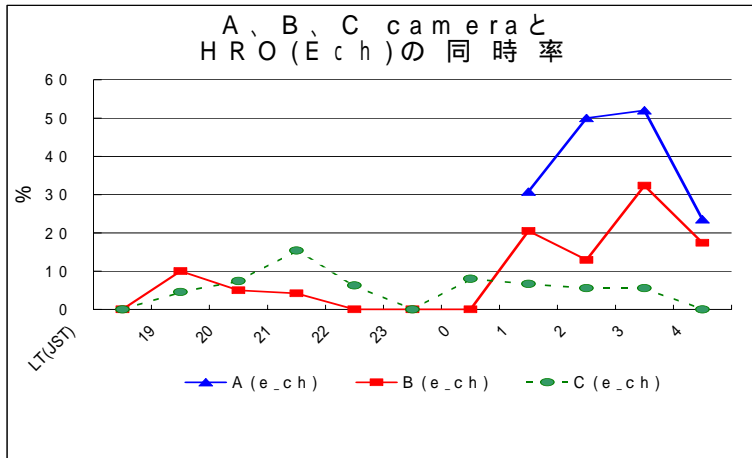
反射領域推移: 我々から見て 19h 西側に存在し次第に西遠方に遠ざかる。その後 2.5h 頃東側遠方に再び

現れ 5.5h 天頂付近へと移り行く。今回 E-ch アンテナはシミュレーションと一致する強度変化が見られた。ただしアンテナ設置校舎の西側高台に第二校舎があり反射領域が東に移った後も W-ch が E-ch と同一のエコーを受信したことがエコー記録画像からわかった。(Graph-1 参照)



Graph-1 反射強度の時刻推移(散在流星引算)

天頂向きの 4 素子アンテナゲイン半値角約 70 度では輻射点が低高度(反射領域が天頂)時に受かる予想としたが実際には広範囲な時間で電波を捕らえていた。4 素子より指向性の強いアンテナで行うべきだった。

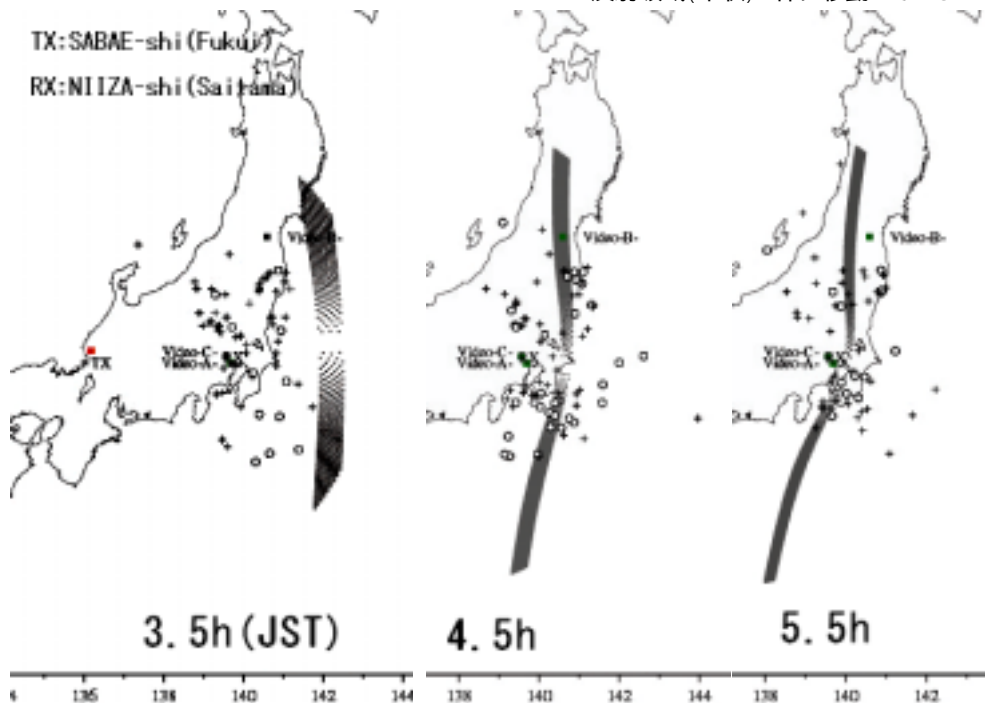


流星群の発光出現高度を 100km、消失高度を 84km としその中点高度を $h = 92\text{km}$ 近似的に最大輝度であるとし観測カメラ設置点より出現流星の水平距離成分 $L = h/\tan$ を求める。これで原点を撮影地とした極座標 (θ, L) が各求まる。次に直交座標に置き換える。 (x, y) ($L\cos\theta, L\sin\theta$) (単位 km) として出現流星のプロット図を時間毎に作成した。また、双子座流星群以外の流星は経路より判断しカットした。この図により HRO、VTR 同時観測流星印が

Graph-2 HRO と VTR 観測の同時率

反射領域(帯状)と伴に移動していることがわかる。

(Fig-2 参照)



3. 考察 まとめ

時間帯により反射領域は大きく移動する。これは反射領域の近傍で一見離れた \circ も領域内の同時観測流星と判断できよう。本

Fig-2 反射領域図と VTR 観測 HRO の同時流星のプロット図 (一部抜粋) (\circ が同時観測された流星)

VIDEO 映像解析

撮影 VIDEO 画像より流星出現時間を求め、さらに HRO エコー出現時間との同定をとる。(Graph-2 参照) VIDEO-C は電波観測の指向域とほとんど重複しない、そのことが同時率の低さに現れた。(Fig-1 参照) また、A は VIDEO 画像から目視で流星を拾い出したものに対し B, C は UFO キャプチャー(流星をソフトで拾い出す目視には及ばない)によることで低い同時率になったと特に B でいえそうだ。A については THE sky(星野シミュレーションソフト:日立カーエンジニアリング社製)より流星出現方位角 高度角 を割り出す。双子座

研究により我々は、HRO の観測する流星の領域を捕えた。つまり本シミュレーションの妥当性を一先ず検証できた。今後の課題は高層風影響の変形流星電離柱による領域外反射エコーは絶対等級を求めある等級以上をカットすべきである。これは、発表までには、まとめた。

4. 参考文献

- 内海洋輔氏論文 2002
- 小川 宏氏 home page (流星電波観測国際プロジェクト)
- 流星電波観測ガイドブック (CQ 出版社 2002)

5. 謝辞: 本研究にあたり小川 宏氏にご助言を戴いたことをここに感謝します。