

6方位HROによる流星電波観測と眼視・ビデオ観測の比較

山本真行(高知工科大学 電子・光システム工学科)
堀内洋孝(高知工科大学 電子・光システム工学科)
小川 宏(筑波大学 自然学類)
原 浩敏(AMRO-NET)
高知工科大学 *Space.Lab*

1. はじめに

近年、アマチュア無線波による前方散乱エコーを利用した流星電波観測(HRO)(Maegawa, 1999)が急速に普及した。HRO観測者、電波送信局、専用ソフトウェア開発者のこれまでの努力により、安定な自動観測システムの構築が安価かつ容易に可能となったこと、観測手法の発展がしし座流星雨の時期と同期できたことなどから、HRO観測点は飛躍的に増え流星群活動のモニターが世界の多地点で得られる時代となった。流星電波国際観測プロジェクト(小川, 2003)において現時点で登録された観測点は国内120地点、海外51地点を数え、HRO観測データは日々大量に蓄積されている。これらの統計データは流星群の活動状況を地球規模で把握するのに適しているが、個々の流星イベントデータに関するの詳細な解釈では未解明の部分が多い。学生実験にHROを併用した流星観測を活用しつつ、6方位による発展的観測法での検証から全国のHROデータを更に有効活用する手法を探ることを目的とする。

2. 6ch HRO

高知工科大学 電子・光システム工学科では、2003年7月に6ch HRO観測点を設置した。茨城高専に続き国内2例目となる6ch HROは、一般的なHRO観測法を発展させ、水平4方位 + 天頂2方位(偏波面)での同時観測を行なうものであり、福井県鯖江市から送信されている53.75MHzビーコン波(福井高専の前川公男氏により運用されている)を観測周波数として用いている。受信局としては、地上高50m(15階建)の学内ドミトリー屋上に6組のアンテナ、受信機、観測用パソコンを設置し(図1)、2003年8月より連続観測を行なっている。各アンテナの設置方向と送信局との関係は図2(右パネル)の通りである。

本観測は、研究室学生実験テーマとして活用するほか、学生団体*Space.Lab*との共同運用形態をとり、1年次学生が観測システムやデータ解析に気軽に親しむ機会を提供している。2003年12月には無線LANによる自動遠隔観測を実現し、10分毎の観測データが研究棟のPCに自動転送されている。過去の観測データについてはWebサイト(山本, 2003)上で閲覧できるが、さらに観測FFT画像のライブ提供についても近日中の公開を予定している。

6ch HROシステムは、HROの手法を応用した干渉計開発への準備期間という位置付けであるが、個々の流星エコー、特にオーバーデンスとなるロングエコーについて、各アンテナでの受信特性の差異を知るためのデータ取得を最初の目的とし、簡素なシステムによる到来方向の推定可能性について検討している。1chによる一般HRO観測点のデータに関して、より有効な活用方法を検討するための実験的観測でもある。



図1 高知工科大学ドミトリーに設置された6ch HRO観測機器。ドミトリー屋上4隅にあるスペースのうち3箇所(左写真の矢印 ~)を利用し、アンテナを2機ずつ配置した。右上写真は に設置された天頂南北面(左)と水平南方向(右)の受信アンテナ。右下は屋上の管理室内に設置された観測用PC。

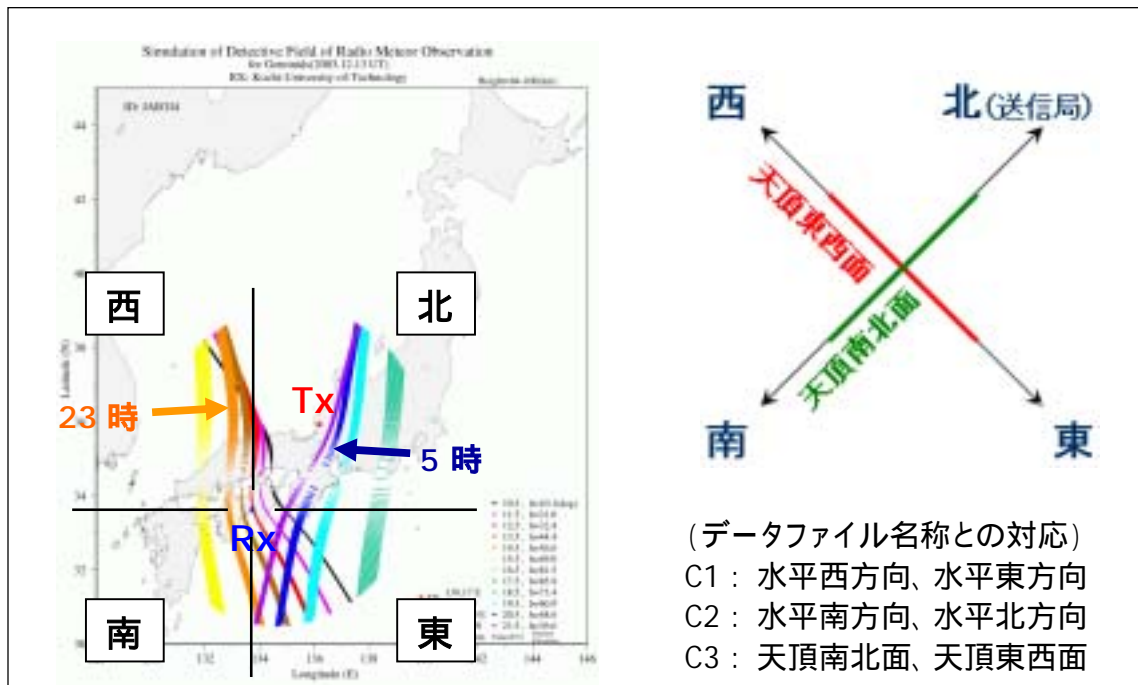


図2 ふたご群における反射領域計算と6ch HRO観測領域。送信局方向を「北」チャンネルとしている。

3. 2003年ふたご座流星群における電波・光学同時観測

前方散乱による流星エコーの観測可能方向は幾何学条件で決まるため、送信局・受信局と流星群の輻射点位置を決めれば反射領域が計算できる。理論計算による反射領域の整合性を確認することを目的として、2003年8月と12月の2回、HRO・TV・流星痕・眼視による流星同時観測(HTTPキャンペーン)が実施された(小川他, 2003)。高知工科大学では、2003年12月13/14日(第2回キャンペーン期間)に、ふたご座流星群の電波・光学同時観測を実施した。電波観測は6ch HROを用いた。眼視観測はSpace.Labメンバーにより実施し、秒までの観測時刻と可能な限り正確な出現方向(8方位、仰角30度毎)を記録した。ビデオ観測は、Watec N-100, CBC 12mmによる観測を計3時間実施した。天候条件は良好であった。

ふたご座流星群の場合、午前2時前に輻射点が南中する。反射条件を満たす領域は、流星高度(ここでは84~100kmを仮定)の投影図で細い帯状に分布する(図2左)。南中前の時間帯には反射領域の帯が天頂から西に向けて移動し、午前1時台~2時台には反射条件を満たさなくなる。これは天頂効果と呼ばれ、輻射点仰角の大きい流星群の場合に天頂通過時のエコー数が激減すると知られている。南中後の時間帯には反射領域は東端に現れ、しだいに天頂に向けて移動してくる。従って、6ch HROで水平東西チャンネルを比較する場合、南中前には西チャンネルでエコー数が多くなり、南中後に東チャンネルでエコー数が増えると予想されていた。高知工科大学6ch HROによる2003年ふたご座流星群の観測結果において、輻射点天頂通過の前後で東西チャンネルの観測を比較した結果、理論計算から予想された傾向が明瞭に確認された(図3で、矢印の前後でのエコー数の違いに注目)。

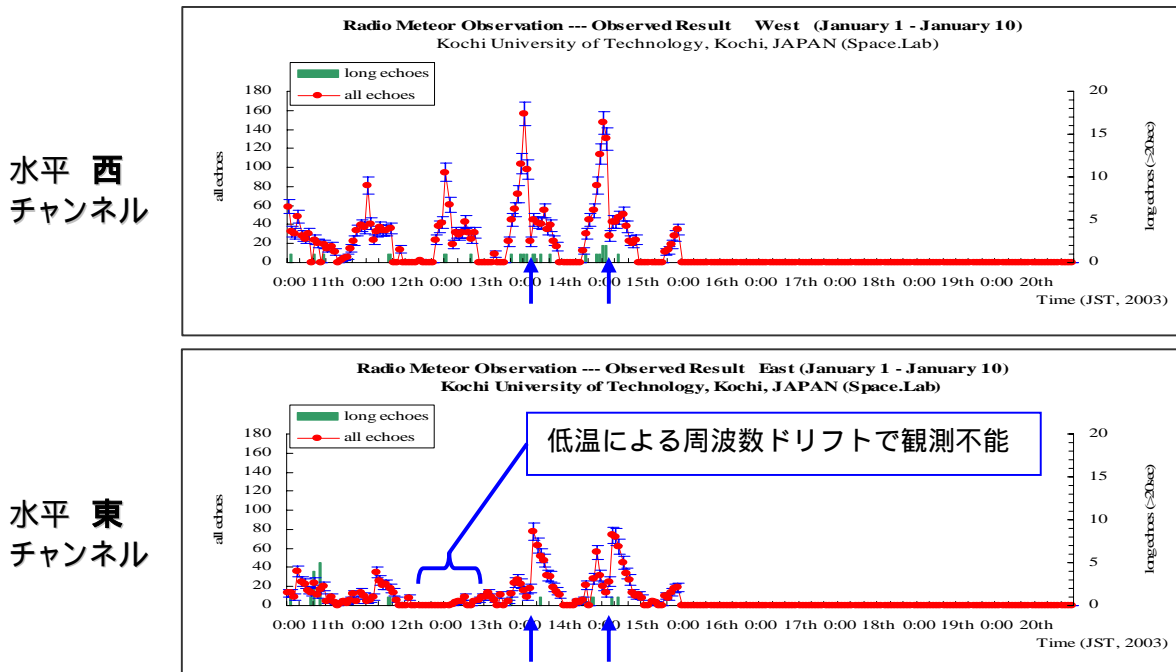


図3 6ch HROによる2003年ふたご座流星群観測結果。東西チャンネルの比較を示す。矢印が南中時刻。

HROと眼視観測の比較を、13日23:40-23:50の10分間について、図4に示した。眼視観測された3流星についてHROとの同時観測が確認された。反射領域から外れた東チャンネルはいずれのエコーも検出されず、西チャンネルでは全てのエコーを受信した。南、北チャンネルでは受信されたものとされないものがあった。この時間帯の観測者は方角の記録を伴っていないが、No.3の流星は西の遠方に出現した(仰角が低かった)可能性が高いと推察できる。

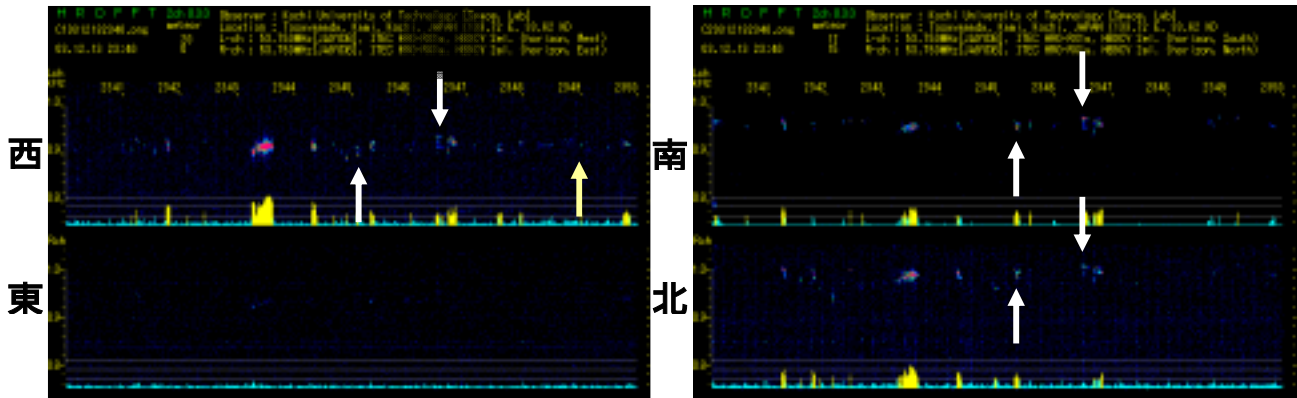


図4 6ch HROの水平4chによる2003年ふたご座流星群の10分間の観測と眼視観測結果の比較。表の各チャンネル観測値はS/N比[dB]を示す。

No	時刻	等級	群	方角	北	東	南	西
1	23:45:10	2	-	-	18	0	19	15
2	23:46:40	3	-	-	17	0	19	20
3	23:49:00	3	-	-	0	0	0	12

4. まとめ

2003年ふたご座流星群の期間に、6ch HROと光学との同時観測を実施した。HROの東西チャンネルの比較では、輻射点天頂通過の前後のエコー数集計結果としては反射領域計算による予測通りの結果を得た。6ch HROと光学の同時観測を同一地点で実施したものの、個々の流星についての調査では同時検出流星数は少なく、個々の流星イベントの調査は予想より困難であった。反射領域が観測できた23時台のデータでは、整合性の良い結果も得られた。同時観測されたHROとの比較のための眼視観測では非常に気遣いの多い観測が必要であり、ビデオ観測では視野が狭く比較可能流星が少ないため複数台での観測が求められる。今後も観測の蓄積が必要だが、6ch HROでの結果を全国のHROデータの有効活用に生かすべく本観測を継続し、干渉計開発にも繋げたい。

参考文献

- 小川宏, 流星電波観測国際プロジェクト, http://homepage2.nifty.com/~baron/hro_index.htm, 2003.
 Maegawa, K., HRO: A new forward-scatter observation method using a ham-band beacon, *WGN*, **27**, 64-72, 1999.
 山本真行, 6ch HRO at Kochi University of Technology, <http://www.ele.kochi-tech.ac.jp/masayuki/HRO/index.html>, 2003.