

レポーター  
「HROの背景と現状」

中島 拓 (大阪府立大学 理学系研究科)  
小川 宏 (筑波大学 第一学群自然科学類)

### 流星の電波観測の会合

- 1996年 12月 in 大阪 「TVと電波流星に関する勉強会」
- 1997年 2月 in 蒲郡 「TVと電波流星に関するNMSシンポ」
- 1997年 4月、6月、11月 in 京都&豊橋 「TVと電波流星に関する勉強会」
- 2000年 5月 in 豊川 「電波流星観測研究報告会」
- 2001年 3月 in 豊川 「流星の電波観測報告会 in 豊川, 2001」
- 2002年 3月 in 豊川 「流星の電波観測報告会 in 豊川, 2002」
- 2003年 2月 in 京都 「流星の電波観測報告会, 2003」
- 2004年 2月 in 美浜 「流星の電波観測報告会, 2004」

2003年7月  
「HROミーティング in 有馬高校」

2003年11月  
「HROレベル校正ワークショップ」

...ほか、各地でオフ会など

### 内容

レポーター 「HROの背景と現状」

- 流星電波観測の歴史
- 流星電波観測の目的
- 流星電波観測の基本原則
- HROの成果
- HROの近年の動向と研究課題
- まとめ ~ 無線工学から流星科学への展望 ~

### 流星電波観測の歴史

- 1924年 レーダーによる電離層観測 (Appleton&Barnett,1926)
- 1931年 電離層での散乱波が流星によるものであることがわかる
- 1930年代 流星に伴う電波伝搬の研究
- 1940-50年代 流星の電波散乱機構研究 流星観測への応用
- 1944年 電波流星と光学流星の同時観測 (古畑正秋ら)
- 1950以降 流星飛跡から超高層大気の観測
- 1970年代 世界各地に大気観測用の流星レーダー建設
- 1971年 FM放送を利用した流星レーダー観測 (HRO) (鈴木和博ら)
- 1977年 京都大学が滋賀県信楽町に流星レーダー建設
- 1989年 MUレーダーで流星モード観測 (Nakamura et al.,1991)
- 1990年代 流星レーダーの増加 流星のヘッドエコーの観測

### 流星電波観測の歴史 (ii)

- 1971年 FM放送 (80MHz) を利用した流星観測 (FRO) (鈴木和博ら)  
FM局の多局化により観測が困難になる
- 1991年 MUレーダーの電波 (6.5MHz) 観測 (MURO) (藤原康徳ら)  
MUレーダーの電波が常時出ていない  
観測モードが変わると送信電波の帯域が変化する
- 1996年 Hamの電波 (50MHz帯) を利用した観測 (HRO) (前川公男ら)  
ノイズや海外の放送波の混信を受けて観測不能となる
- 1999年 144MHz帯を利用した観測 (Qm プロジェクト) (藤原康徳ら)
- 2002年 28MHz帯を利用した観測 (Qm プロジェクト) (白居隆志ら)
- 2002年 航空保安無線施設の電波 (10MHz) 観測 (VOR) (内藤久典ら)

### 流星電波観測の歴史 (iii)

電波の達人が伝授 2万円ではじめる HRO

## 流星電波観測の目的

- 趣味 (天文ファン、アマチュア無線家)
- クラブ活動
- 天文教育・普及
- 研究 (流星科学、太陽系天文学、地球大気物理学)



...などなど



## 流星電波観測の影響



某T波大学屋上

某N島自宅



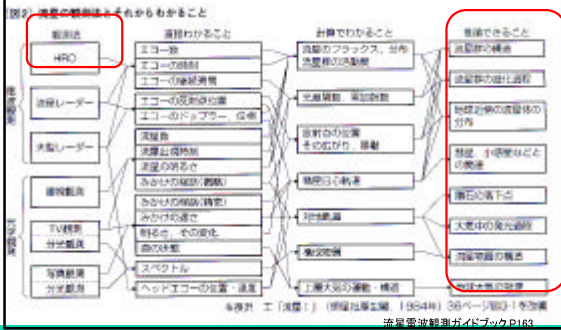
## 流星電波観測の影響

- 某N野高専の場合...



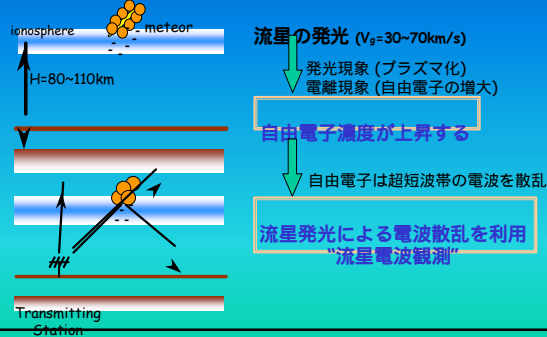
## 流星電波観測の科学的な目的

~なぜ流星を(HROで)観測するのか?~

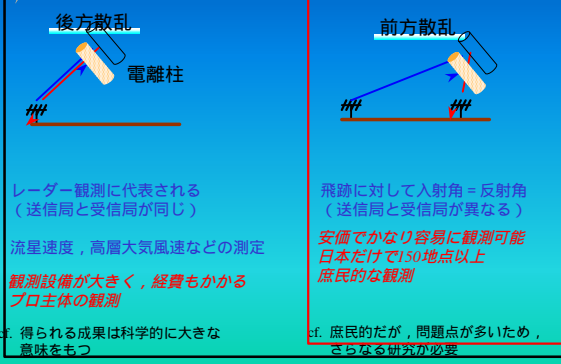


## 流星電波観測とは?

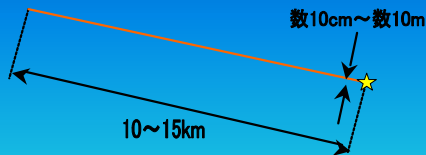
流星を電波で見つめる観測方法



## 流星電波観測の種類



## 流星飛跡とその種類



### アンダーデンスエコー

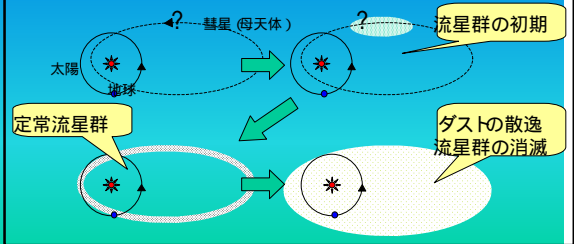
線電子密度  $< 10^{14}$ 個/m  
 電子一個一個による散乱  
 継続時間  $< 0.1 \sim 1$ 秒  
 暗い流星 (6等以下)

### オーバーデンスエコー

$> 10^{14}$ 個/m  
 面からの全反射  
 短いもの~最大数分  
 5~0等 ~ マイナス等級

## 散在流星と群流星

- 彗星から放出される数ミリ~数センチのダスト
- 彗星軌道付近に分布し流星群を形成する
- 流星群 散在流星 (流星群の進化)



## その他

- 流星飛跡の時間変化 (拡散、自由電子消失、背景風、乱流)
- 電波の波長とハイトシーリング
- フットプリントとその形、移動
- 電波反射領域
- 観測設備  
受信機 (システム) 感度、アンテナ利得

## HROの意義と魅力

### <<流星研究>>

- 昼夜、月齢、天候を問わず流星観測が可能

### <<観測手法>>

- 市販の機材が利用でき、手軽に観測 (=色々な応用が効く可能性がある)
- 少ない労力で長期間のモニタが可能
- (基本的に)データが均質である

### <<観測環境>>

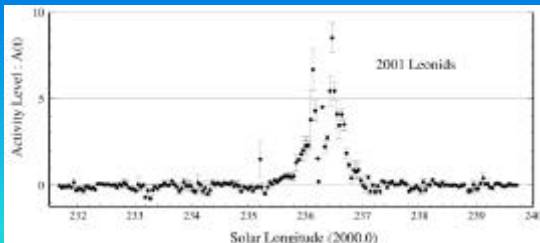
- 福井高专からの安定した送信電波
- アイテックのHRO専用受信機 (安価で低雑音)
- HROFFT, HROViewなどの使いやすいソフト
- 流星電波観測ガイドブックの発行
- 多くの分野の専門家を含むコミュニティ



- “電波の達人” 小川 宏

## HROの成果

流星電波観測は断続的に且つ客観的にデータがとれる!

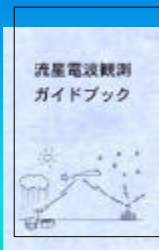


2001年しし座流星群の変化を断続的に捕らえた!  
 未知のピークなども発見された

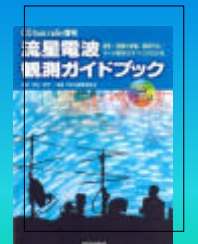
## HROの成果

### 流星電波観測ガイドブック発行!

監修 中村卓司 / 編著 RMG編集委員会



2001年8月17日



2002年10月1日  
 (CQ出版社)

## HROの成果

### 国際プロジェクト集録』発行！

編集 小川 宏 / 著者 プロジェクト参加者



• 2003年3月5日

小川さんの活動が  
電波観測の裾野を  
一気に広げられた。  
(影山@熊本)

## HROの問題点

1. 観測しているエコーのどれが群流星でどれが散在か不明
2. どこで発光した流星を観測しているのかが不明
3. 観測サイト毎に捕らえられる流星数が違う
4. 混信やEsなど電離層の状況に左右される
5. ノイズには意外とシビア

## HROの近年の動向と研究課題

- 流星電波観測国際プロジェクト (AMRO NET)
- 反射領域シミュレーション } (→HTTPキャンペーン)
- 多チャンネル、多方向観測 }
- 多波長を利用した観測 (FRO, VOR, 2m/10mプロジェクト)
- 火球とロングエコーの関係 (ロングエコープロジェクト)
- 受信機感度、エコー強度測定 (レベル校正ワークショップ)
- ノイズ原因解明、分類 (ノイズプロジェクト)
- HROでの干渉計実現 (干渉計ワーキンググループ)

## まとめ ~無線工学から流星科学へ~

- 1995年 “HRO”の開始  
HROが流星観測に有用
- 2001年 “しし座流星雨”出現  
観測サイトの激増
- 2002年 『流星電波観測ガイドブック』発行  
機材や解析方法の統一 検討

今後は・・・

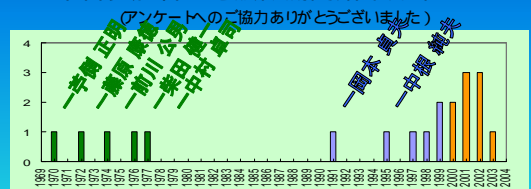
**「HROで流星科学 太陽系天文学」**  
を目指そう！

## まとめ ~無線工学から流星科学へ~

- **流星** “発光や電離”現象”  
→ **流星現象を解明する**  
→ **間接的に流星体の姿を現出**
- **流星体** ; 彗星が放出したダスト  
; 小惑星の破片  
; 系外からの星間物質の飛来  
→ **母天体の推定、流星の起源に迫る**
- **母天体** “始原天体” (太陽系形成時の情報を保存)  
→ **太陽系形成、惑星系形成過程に迫る**

## さいごに...

- 本日参加者の電波観測開始年分布



ほんの二三年前の、指折りすれば観測者のお名前がほとんど読み上げられた頃と隔世の感があります。(影山@熊本)