

流星電波観測

HRO:Ham Radio Observation

平成29年10月21日

松江星の会 金津 和義

第32回Sun-in星の集い発表資料に加筆

流星

- 大きさ ほとんどがミリメートル程度の粒子
 - 秒速数十キロで大気圏に突入
 - 高度100km程度で大気分子と衝突して発光
 - 多くは彗星のチリ
-
-

流星観測



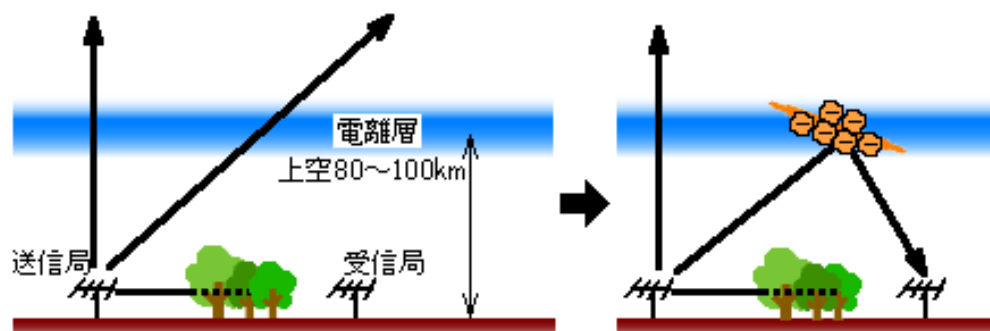
2015年12月14日 ふたご座流星群(島根町)

電波観測の仕組み

流星は大気を電離する

流星は発光する際に、周辺の大気を一時的に電子とイオンにわけける“電離”という状態を引き起こします。すると、その周辺は、瞬間的に電子の濃度が濃くなります。これを“電離柱”と呼んでいます。電離柱は、流星がそれを生成してから、わずかな時間の中に大きく変化し、時間と共に拡散して消滅します。注意していただきたいのは、流星の発光現象とはおそらく別物であるということです。難しい話になりますが、

流星が発光して目に見える現象は、流星物質や大気物質が励起されてプラズマ化し、励起状態から通常状態へ戻る際に放出されるエネルギーで光っています。従って、流星の電波観測では周辺大気の電離現象をみていますので、基本的には切り離して現象を考えた方がいいでしょう。



電離柱(自由電子)は電波を反射させる

電波観測で使用する無線の電波領域は通常宇宙空間へ突き抜けてしまいます。しかし、流星が発光し、電子濃度が濃くなるとこの電波も反射します。そもそも、自由電子には、超短波(VHF)帯の電波(30MHz~300MHz)を散乱させる性質があり、自由電子の濃度上昇によって電波の散乱が起こるといわけです。つまり、**流星が出現すると電波が反射するというシステムが完成する**わけです。そして、電波が反射してきた数を数えて流星の数とするのです。その反射してきた電波を「**流星のエコー**」と言います。

出典：流星電波観測国際プロジェクト

http://www.amro-net.jp/about-hro/hro1_j.htm

福井県鯖江市からの電波を受信

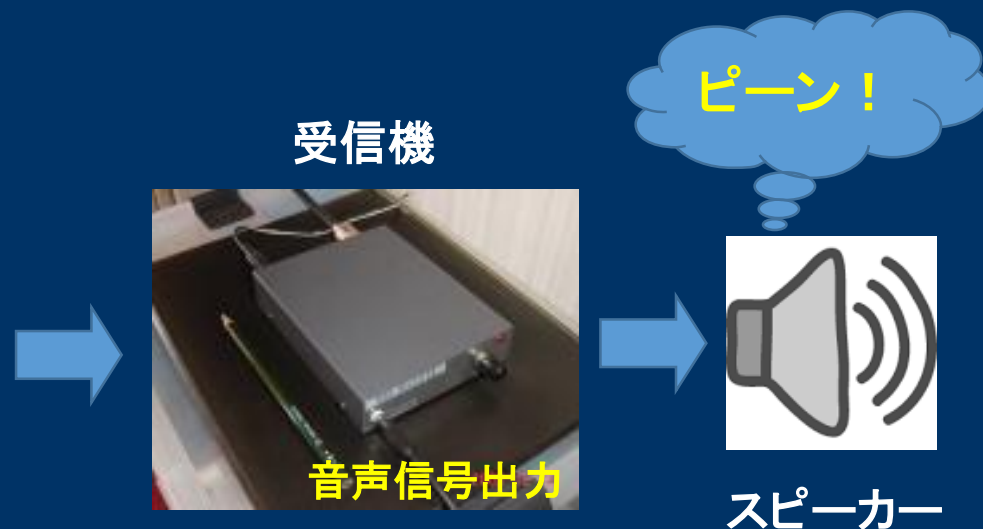
VHF 53.75MHz (FM電波)



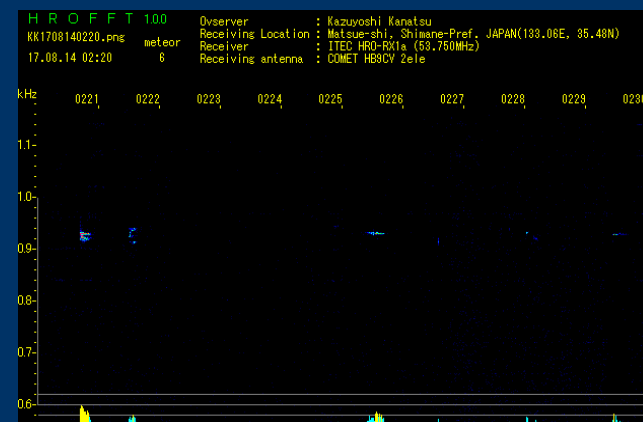
機器構成



アンテナ

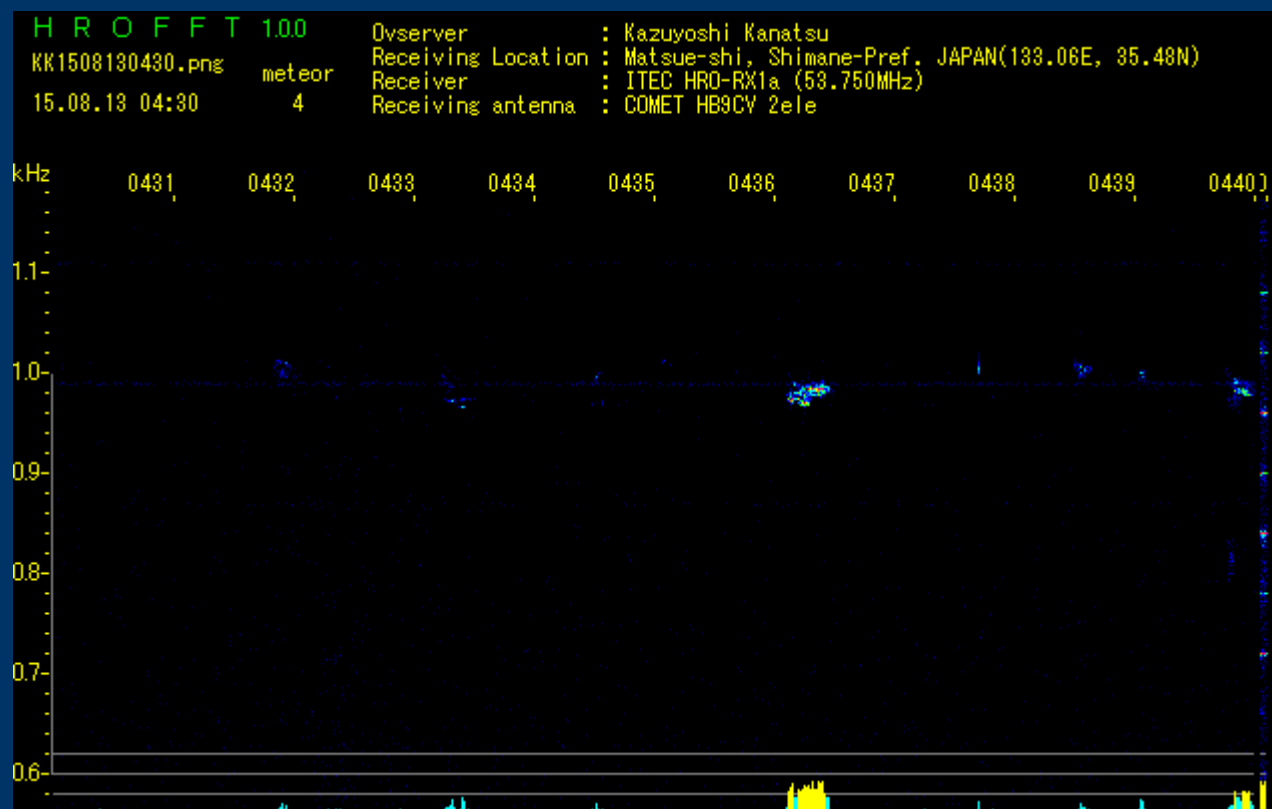


パソコン



流星エコー画像

流星工口一画像



電波観測の特徴

(長所)

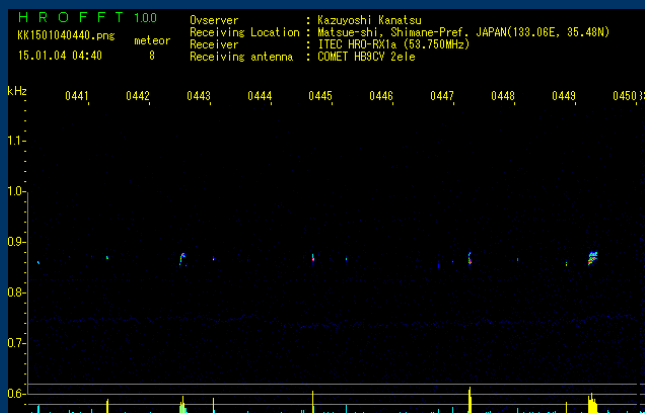
雨が降っても、昼間でもキャッチできる。

(短所)

飛んだ経路がわからない。

- 群か散在かわからない。
- 統計等の手法で群の傾向把握

ひたすら数える



KK3 71 001 0000.png	2017/10/1	0:00	3	0	0	10
KK3 71 001 0010.png	2017/10/1	0:10	0	0	0	10
KK3 71 001 0020.png	2017/10/1	0:20	0	0	0	10
KK3 71 001 0030.png	2017/10/1	0:30	1	0	0	10
KK3 71 001 0040.png	2017/10/1	0:40	1	0	0	10
KK3 71 001 0050.png	2017/10/1	0:50	2	0	0	10
KK3 71 001 01 00.png	2017/10/1	1:00	0	0	0	10
KK3 71 001 01 10.png	2017/10/1	1:10	1	0	0	10
KK3 71 001 01 20.png	2017/10/1	1:20	0	0	0	10
KK3 71 001 01 30.png	2017/10/1	1:30	3	0	0	10
KK3 71 001 01 40.png	2017/10/1	1:40	1	0	0	10
KK3 71 001 01 50.png	2017/10/1	1:50	1	0	0	10
KK3 71 001 02 00.png	2017/10/1	2:00	1	0	0	10
KK3 71 001 02 10.png	2017/10/1	2:10	0	0	0	10
KK3 71 001 02 20.png	2017/10/1	2:20	0	0	0	10
KK3 71 001 02 30.png	2017/10/1	2:30	3	0	0	10
KK3 71 001 02 40.png	2017/10/1	2:40	0	0	0	10
KK3 71 001 02 50.png	2017/10/1	2:50	2	0	0	10
KK3 71 001 03 00.png	2017/10/1	3:00	1	0	0	10
KK3 71 001 03 10.png	2017/10/1	3:10	1	0	0	10

報告



国際観測プロジェクト

piata.jp - 3304736

エコーを数えてデータを作成

1画像／10分
→ 144画像／1日

受信機

音声ファイル

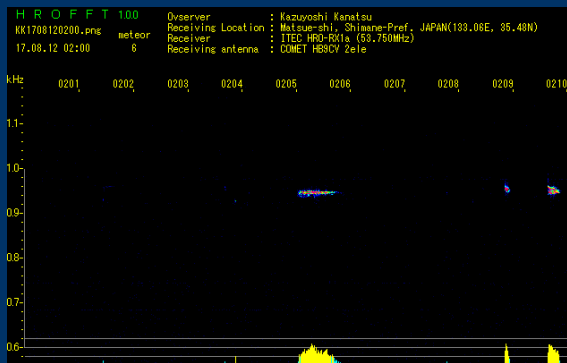


自動計測

ノイズの判定
がネック

トライアル中

流星エコー抽出プログラム作成



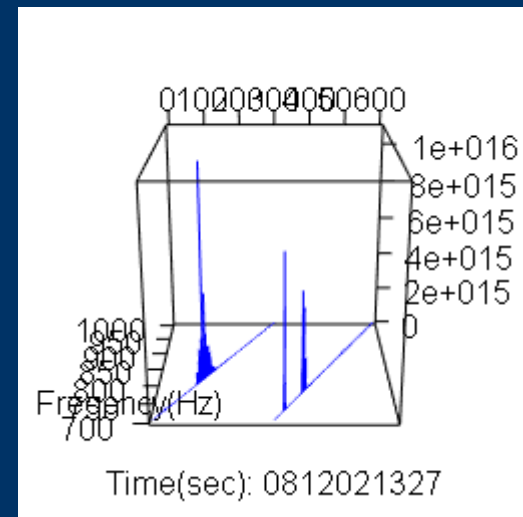
プログラム(R言語)

```

# 4. 流星エコー判定
#-----#
# 4.1 ピーク波抽出
#-----#
PDmat <- c(1;p) # Power Distribution Matrix
for( f in 1:nrow(FFTmat)){
  ## 1秒毎に最大パワーの1/10 (仮の値) 以上の強いエコー数を計算
  ## → この数が一定値より少なければ波形がピーク値 (山) を持っており、
  ## 流星エコーの可能性ある。
  ## → 一定値より多ければ、平坦 (横並び) な波形とみなすことができ、
  ## 流星エコーの可能性が低い。
  PDmat[f] <- length(subset(FFTmat[f,],FFTmat[f,])/(max(FFTmat[f,])/10)) # 条件合致データの抽出
}

# 4.2 パワー値の「分散」計算
#-----#
# パワーの最大値を100とした1秒毎パワー値の「分散 (統計値)」計算
VRmat <- c(1;p) # Variance Matrix (分散マトリックス)
for( f in 1:nrow(FFTmat)){
  Pmin <- min(FFTmat[f,]) # パワー最小値
  Pmax <- max(FFTmat[f,]) # パワー最大値
  VRmat[f] <- round( var(FFTmat[f,] - Pmin) * 100 / (Pmax - Pmin)) # 分散マトリックス作成
}
VRmean <- round(mean(VRmat)) # 1秒毎の分散の平均値 (R関数mean())

# 4.3 エコー判定用データフレーム作成
#-----#
maxData <- data.frame(Sec=sec, # 最大値データ: 秒
                     MaxFreq=max, # 周波数
                     MaxPower=max, # 最大パワー値
                     PowDist=PDmat, # 一定以上のパワー数分布
                     meanVar=VRmean) # 分散平均
  
```



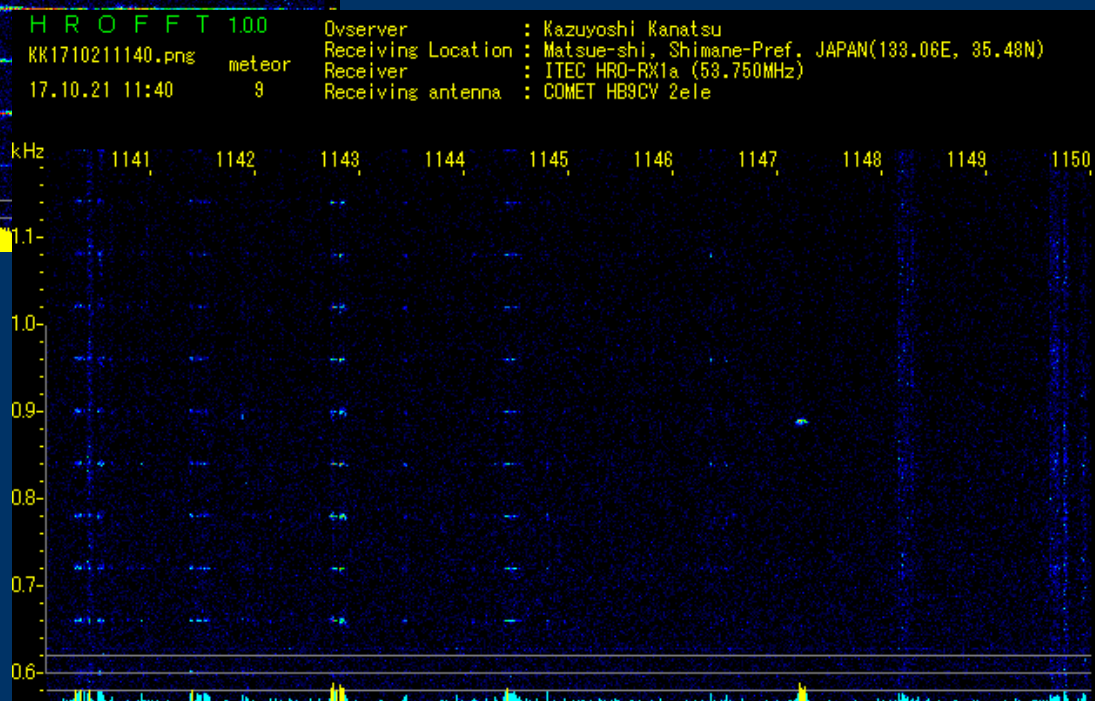
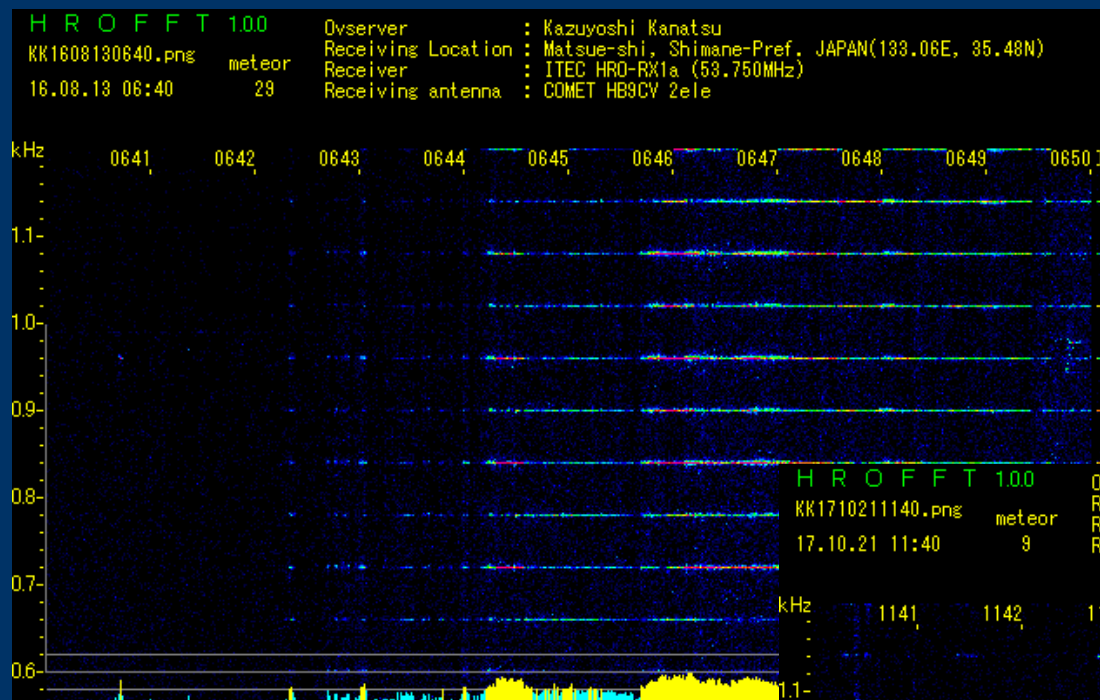
音声データのフーリエ解析 & パワースペクトル分析によるエコー抽出

抽出エコー・グラフ

FileID	Sec	DateTime	Freq	Power(xE14)	PowDist	meanVar	contSec
'0812021327'	25	2017/8/12 2:03:52	938	1.4	8	228	1
'0812021327'	95	2017/8/12 2:05:02	956	1.3	7	228	43
'0812021327'	142	2017/8/12 2:05:49	956	1	5	228	1
'0812021327'	324	2017/8/12 2:08:51	966	13.5	5	228	6
'0812021327'	372	2017/8/12 2:09:39	970	13	10	228	13
'0812021327'	491	2017/8/12 2:11:38	953	1.1	11	228	1
'0812021327'	501	2017/8/12 2:11:48	953	0.8	12	228	1

抽出エコー出力 (CSVファイル)

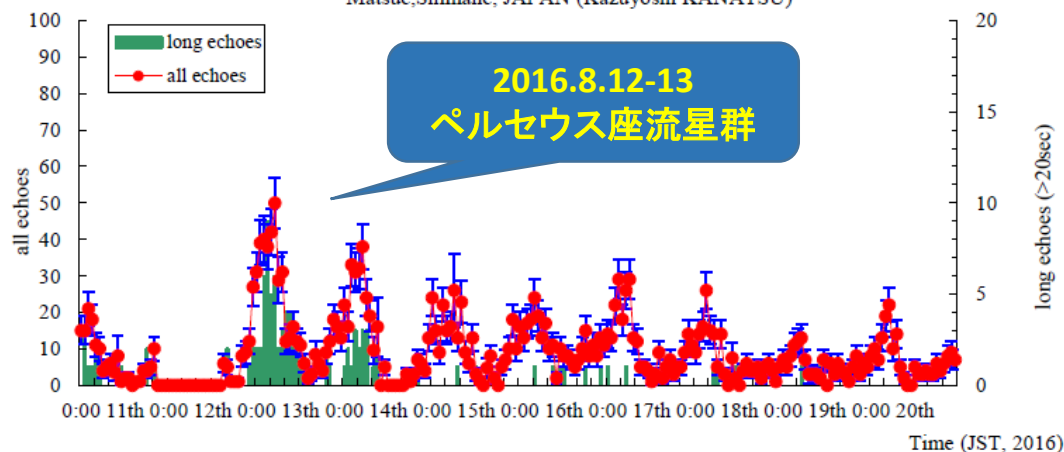
流星エコー画像・悩ましいノイズ



去年の状況

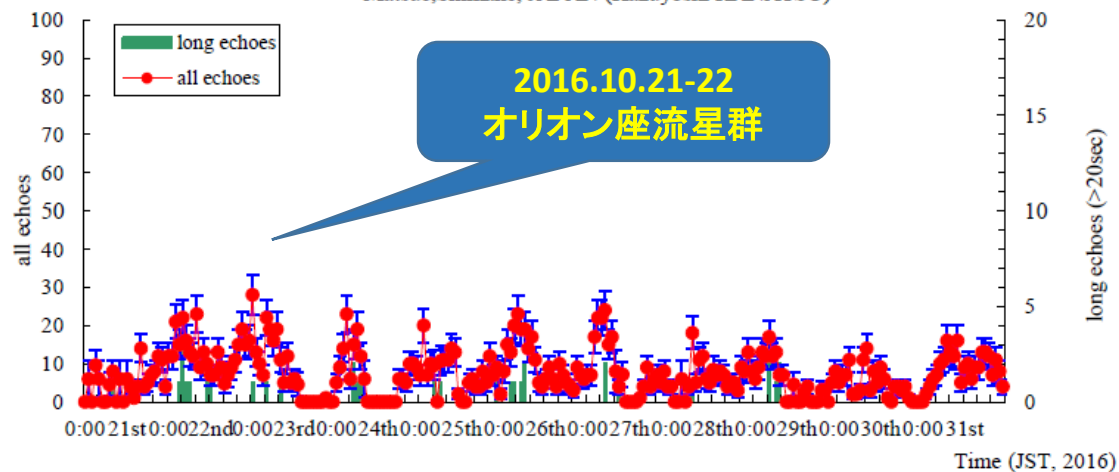
Radio Meteor Observation --- Observed Result (August 11 - 20)

Matsue, Shimane, JAPAN (Kazuyoshi KANATSU)

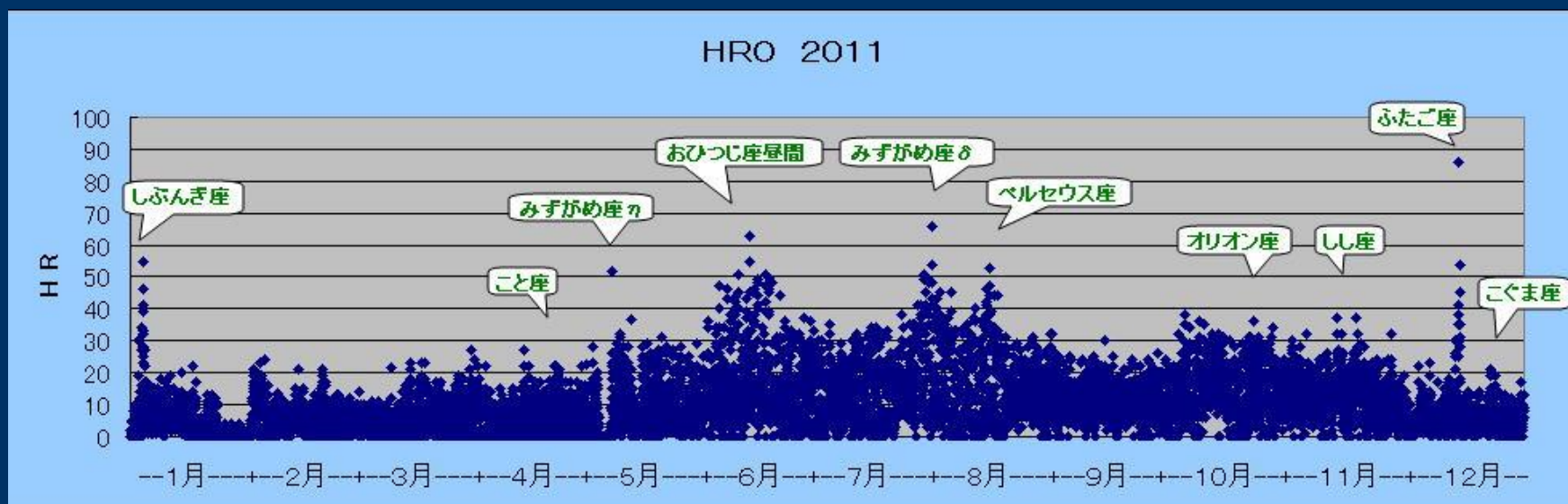


Radio Meteor Observation --- Observed Result (October 21 - 31)

Matsue, Shimane, JAPAN (Kazuyoshi KANATSU)



1年間のエコー (2011年)

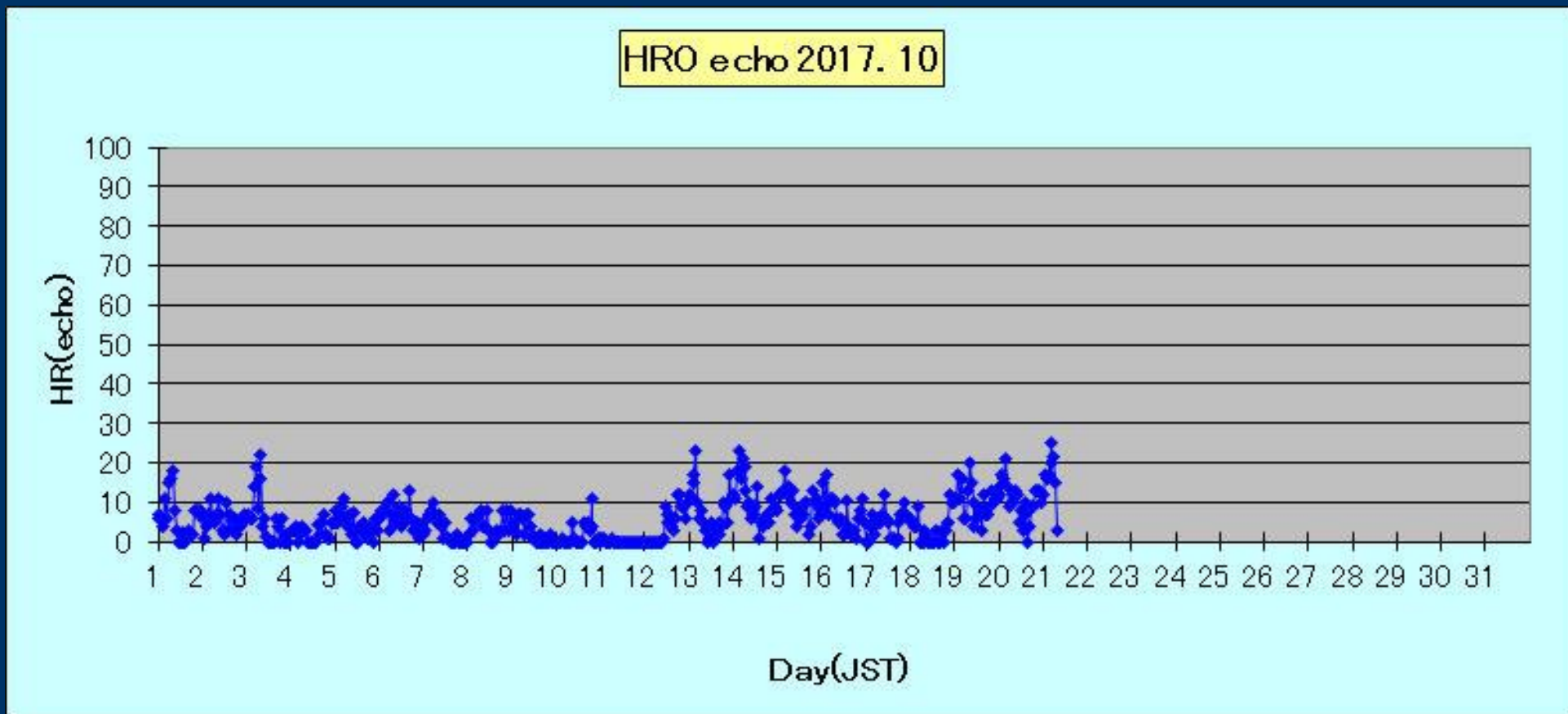


オリオン座流星群



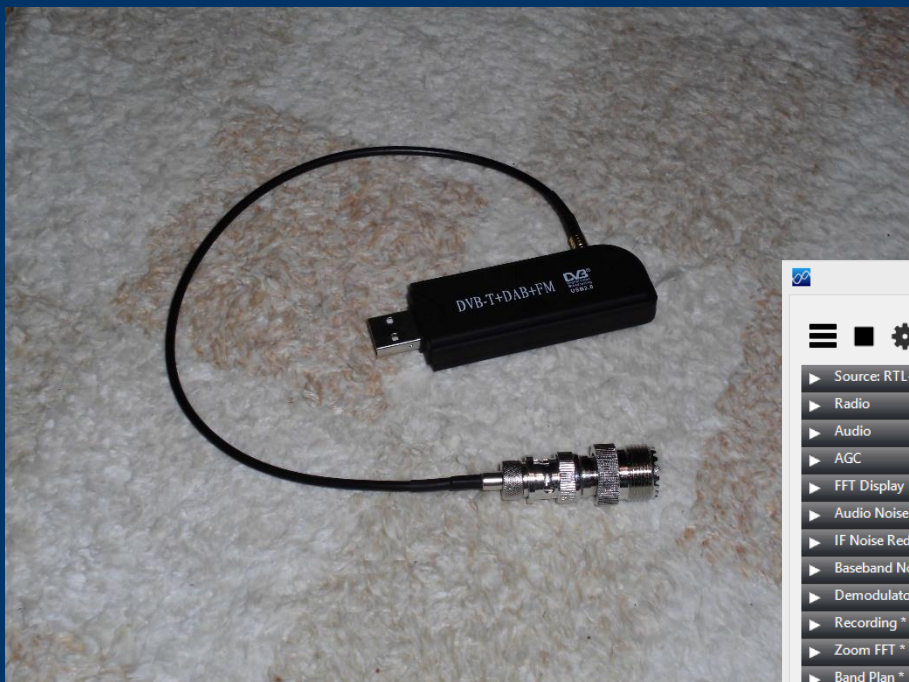
母彗星はハレー彗星

今年のオリオン座流星群は？

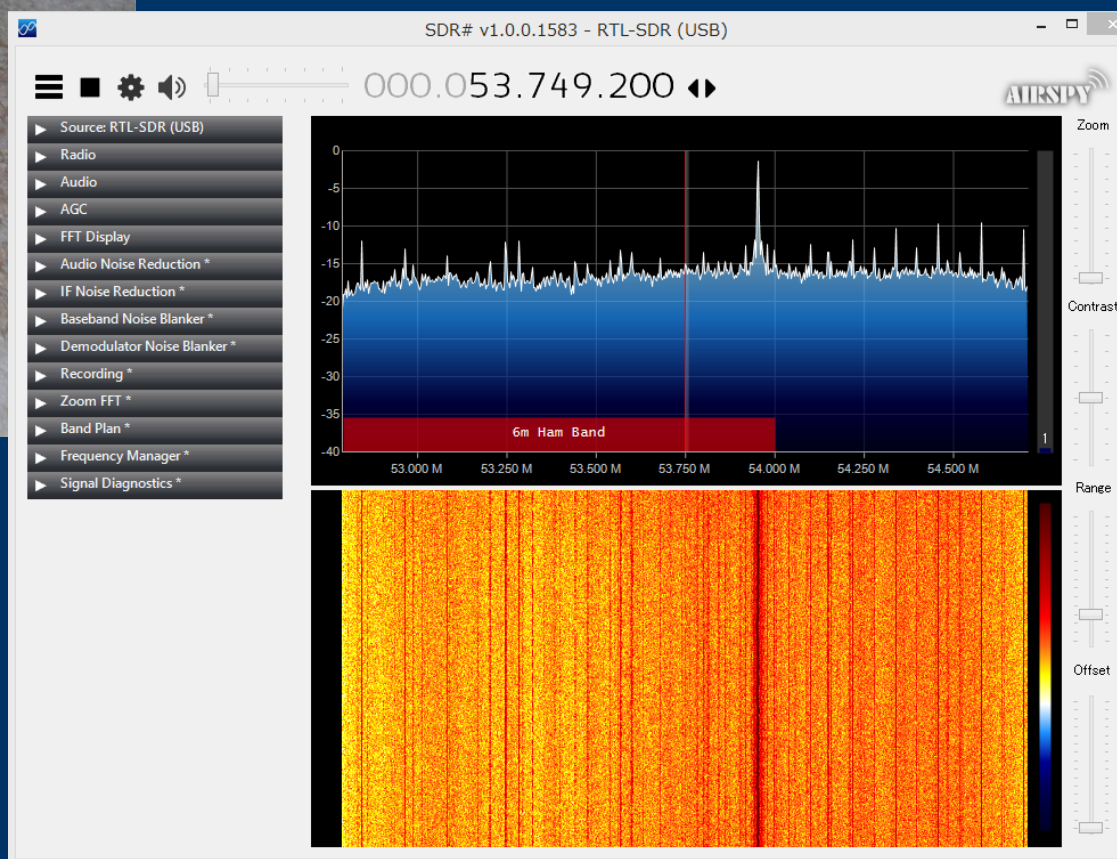


2017. 10. 1 ~ 10. 21 8時台 1時間毎のエコ一数

(参考) ソフトウェアラジオ SDR の紹介



↑写真のUSBチューナー(Dongle と呼ばれます)は48MHz~863MHzの受信ができます。Amazonで1020円でした。
でも、まだ流星エコーは受信できていません。



受信用ソフトSDRSharp (フリーソフト)