

# 小型マイコンを使用した 流星電波観測システム

(ARMマイコン流星電波観測器)

## 概要書 付属

### 目次

	(ページ)
付属 A. 主な処理の説明	2
付属 B. 設定ファイル	6
付属 C. エコー計数の方法	8

初版 : 2022/01/28 : ソフトVer 1.20 対応

付属 A. 主な処理の説明

観測ソフトは、オープンソースで提供されている各種ソフトウェアを利用して処理を構成し、これらのソフトウェアの実行を処理フローに従い Linuxのシェルに記述（プログラミング）することで、自動観測を実現しています。

以下に、各種ソフトウェアをどのように利用しているかを、具体例を用いて示します。

(1) 各種ソフトウェアの使用例

- ・ (a) ~ (e) の項番は、処理フローの項番に対応しています。
- ・ 説明に使用しているファイル名は、便宜上の名称であって、実際の名前は、202201250320. oggなどの年月日時分で作成されます。

(a) RTL-SDRを指定周波数で動作させて受信信号をAudio出力する。

- ソフト仕様
- ・ rtl\_sdr (rtl\_fm) , aplay
  - ・ rtl\_fm を使用して受信信号を復調。
  - ・ 復調した信号を音声としてオーディオ出力デバイスへ出力。
  - ・ この処理を常時稼働させるため、バックグラウンドで実行。

使用例

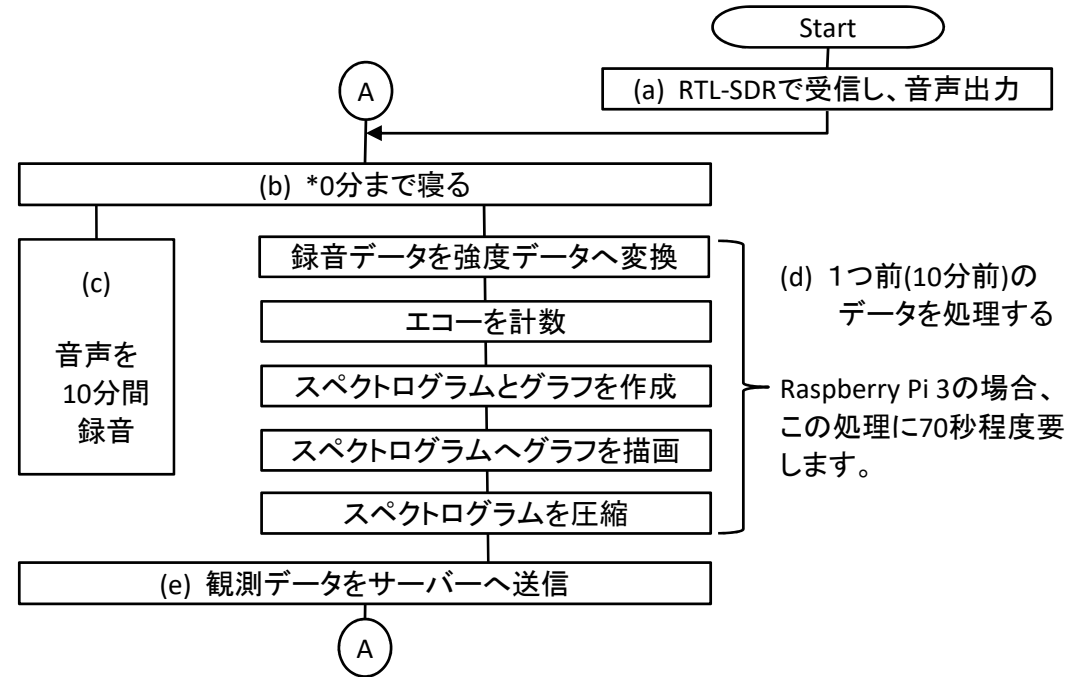
```
rtl_fm -f 53.7540M -M usb -s 6000 -g 49.6 | /usr/bin/aplay -r 6000 -f S16_LE &
```

(b) \*0分まで寝る。

- ソフト仕様
- ・ sleep (コマンド)
  - ・ 起床予定の時刻まで寝る。

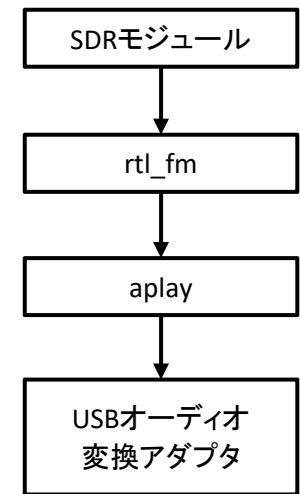
使用例

```
sleep WakeupTime - CurrentTime
```



Raspberry Pi 3の場合、この処理に70秒程度要します。

【データの流れ】



(c) 起床後、Audio入力からの音声データの録音を開始する。

- ソフト ・ SOX  
 仕様 ・ pulseaudioを使用して入力デバイス “DEVICE” から音声を 10分（600秒）間、入力し、“FILE.ogg” ファイルへ保存。  
 ・ 並行して1つ前（10分前）に取得した録音データの解析を行うため、この処理はバックグラウンドで実行。

使用例

```
/usr/bin/sox -q -t pulseaudio DEVICE FILE.ogg channels 1 gain 10 trim 0 600 &
```

- 備考 ・ 音量の基本設定は amixer などを使用して事前に設定し、観測状況に応じた微調整を gain で行う。

(d) 一つ前(10分前)の録音データを使用して各種の処理を行う。

(i) 録音データを強度データへ変換

- ソフト ・ SOX  
 仕様 ・ 録音した音声データ “FILE.ogg” をテキストデータにサンプリング 2KHzで変換し “FILE.dat” ファイルへ保存。

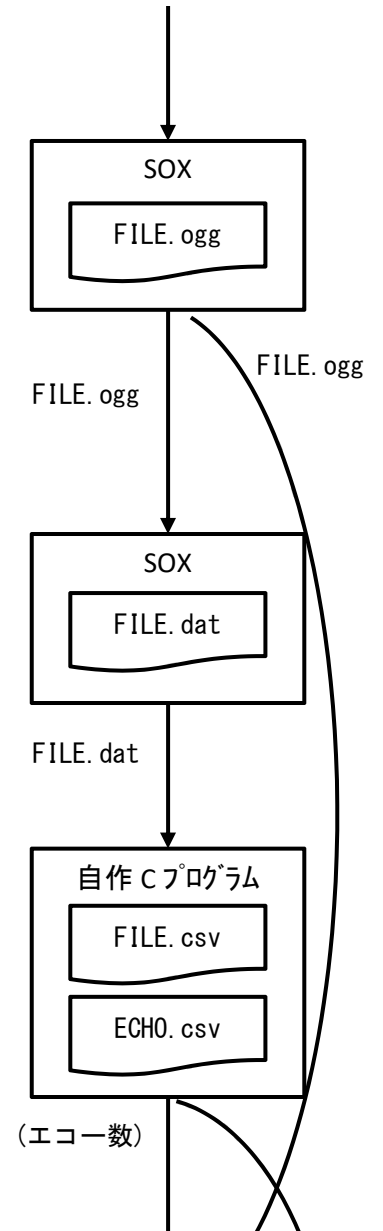
使用例

```
/usr/bin/sox FILE.ogg -r 2k FILE.dat
```

(ii) エコー計数

- ソフト ・ 自作 C プログラム ・ ・ ・ ・ 頒布パッケージに、ソースコードを同梱。自由に改造して使用できます。
- 仕様 ・ 音声データをテキストへ変換した “FILE.dat” を解析して、エコーを計数。  
 ・ データの扱いを容易にするために、音声データ “FILE.dat” から RMSを算出。  
 ・ 算出したRMSのデータは、グラフ化の為に “FILE.csv” として保存。  
 ・ 計数した結果は、“ECHO.csv” として保存。（1日／ファイル）
- 計数 ・ 10分間の平均値 + 一定値 以上の信号をエコーとする。  
 ・ 10分間の標準偏差の外側の信号をエコーとする。

RMS : 二乗平均平方根 : Root Mean Square



## (iii) スペクトログラム作成

- ソフト ・ SOX  
 仕様 ・ 1 sec/pixel  
 ・ サンプル周波数を 1.8 kHz。  
 ・ HEADER . . . 【例】 観測時刻、エコー数、観測者の情報などを記載。  
 ・ COMMENT . . . 【例】 観測環境などを記載。

## 使用例

```
/usr/bin/sox -q FILE.ogg -n rate 1.8k trim 0 600 spectrogram -X 1 -y 304 -z 50 -p 1 -a -w Dolph -t "HEADER" -c "COMMENT" -o FILE.png
```

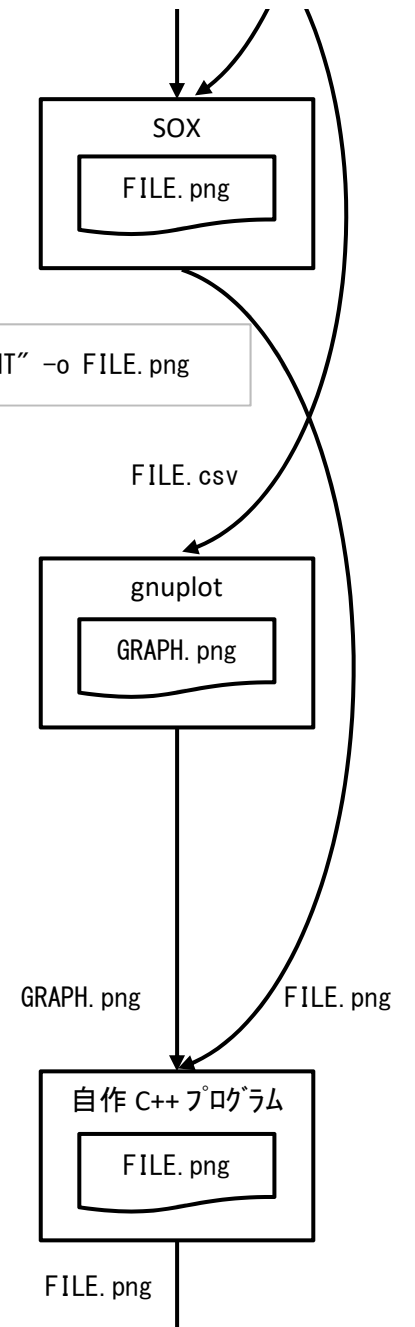
## (iv) グラフ作成

- ソフト ・ gnuplot  
 仕様 ・ 1 sec/pixel  
 ・ RMSデータ "FILE.csv" をグラフ化し、"GRAPH.png" ファイルへ保存。  
 使用例 ・ gnuplot へ設定するパラメータの例。

```
set datafile separator ","
set key off
unset ytics
set yrange [0.03:0.1]
set style fill solid
set border lc rgb "white"
set term png font arial 8 size 635,100 background "black"
set output GRAPH.png
```

## (v) スペクトログラムへグラフを描画

- ソフト ・ 自作 C++ プログラム . . . . 頒布パッケージに、ソースコードを同梱。  
 自由に改造して使用できます。  
 ライブラリ ・ OpenCV  
 仕様 ・ スペクトログラム "FILE.png" の指定の領域へグラフ "GRAPH.png" の指定領域を上書き。

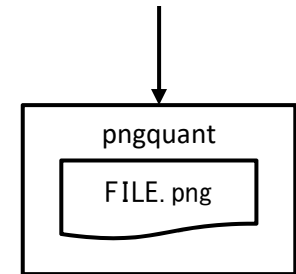


## (vi) スペクトログラムを圧縮

- ソフト ・ pngquant  
仕様 ・ 画質を低下させない程度に圧縮。  
・ 元のファイル "FILE. png" へ上書き。

## 使用例

```
pngquant --ext .png --force --quality=65-80 FILE.png
```



## (e) 観測データをサーバーへ送信

- ソフト ・ sftp , ftp  
expect  
仕様 ・ sftp や ftp を使用して、観測データ (FILE. ogg , FILE. csv など) をサーバーへ送信。  
・ expect は、サーバーとの通信手順を自動化するためのソフトで、サーバーからのデータを受信待ちする用途で使用。

## 付属 B. 設定ファイル

### (1) 観測用設定ファイル

観測するための各種情報は、環境に応じて変更できるよう、設定ファイルで管理しています。  
観測開始時に、この設定ファイルを読み込むことで、電源ON時に自動で観測を開始することができます。  
以下の朱書き部分を自身の環境に合わせて編集し、使用してください。

- 注意点
- ・ 1文字目が「#」の行はコメント行となり、処理には影響しません。 設定値の行間に記載することも可能です。
  - ・ 各行は、1文字目から記載してください。
  - ・ 行の順番を入れ替えることはできません。
  - ・ 全角文字の使用はできません。

# HEADER : for Spectrogram (Max 60 char)	}	コメント	
# COMMENT : for Spectrogram (Max 90 char)			
# rtl_fm : Frequency			
# rtl_fm : Option			
# aplay : Rate (Same as rtl_fm "-s")			
# SOX : Record gain			
# SOX : Spectrogram rate			
# SOX : Spectrogram option			
# SOX : Audio input device			
# gnuplot : Y range Min:Max			
# Echo : Threshold offset			
# File : File storage days (0: Not delete)			
#			
JP3TQZ @ Takarazuka, Hyogo, JAPAN	.....		スペクトログラムの上部に記載する内容(処理への影響なし)
RX: RTL-SDR, rtl_fm (97.8MHz-600Hz, USB) / ANT: VHF TV (2EL, Roof top) / Raspberry Pi 3	.....		スペクトログラムの下部に表示する内容(処理への影響なし)
97.7994M	.....		rtl_fm の受信周波数 (M : MHz を示す)
-M usb -s 6000 -g 49.6	.....		rtl_fm のオプション (Mode, Sample rate, Gain)
6000	.....		aplay のオプション (Sample rate : rtl_fmと同じ値)
15	.....		SOX の録音ゲイン (これで音量の微調整を行う)
1.8k	.....		SOX spectrogram のオプション (Sample 周波数)
-X 1 -y 304 -z 50 -p 1 -a -w Dolph	.....		SOX spectrogram のオプション (画面や処理ウィンドウ)
alsa_input.usb-C-Media_Electronics_Inc._USB_Audio_Device-00.analog-mono	.....		SOX の録音時に設定する Audio入力デバイス名
0.03:0.1	.....		gnuplot のグラフ縦軸の範囲 [下限 : 上限]
0.007	.....		Echo 判定の閾値 (エコー > 10分間の平均値+閾値)
3	.....		観測データを残す日数 (0: 消去しない)

## (2) FTP用設定ファイル (mroftps.txt)

FTPサーバーの情報を設定します。  
ログイン情報を平文で記載しますので、取扱には注意してください。

## 注意点

- ・ ファイル名は、「 mroftps.txt 」から変更できません。
- ・ コメント行は記載できますが、セキュリティリスクを低減するために、書かない方がいいでしょう。
- ・ 各行は、1文字目から記載してください。
- ・ 行の順番を入れ替えることはできません。
- ・ 全角文字の使用はできません。
- ・ 送信先のディレクトリは、FTPサーバーへログインした際のディレクトリからのパスを記載します。

## 【 mroftps.txt の例 (2例) 】

```
abcdefg  
xyz123  
xxxx.yyyy.jp  
public_html/data
```

```
qwert@vvvv.ssss.jp  . . . User ID  
xyz123              . . . Password  
111.222.333.444    . . . Host (ドメイン名 または IP アドレス)  
data                . . . 送信先のディレクトリ
```

付属 C. エコー計数の方法

(1) 方法

エコー計数の方法として、以下の2種類の方法を実装し、選択して使用することができます。  
 どちらの方法であっても、エコーが連続する場合は1件にまとめ、この連続する時間はエコー継続時間となります。

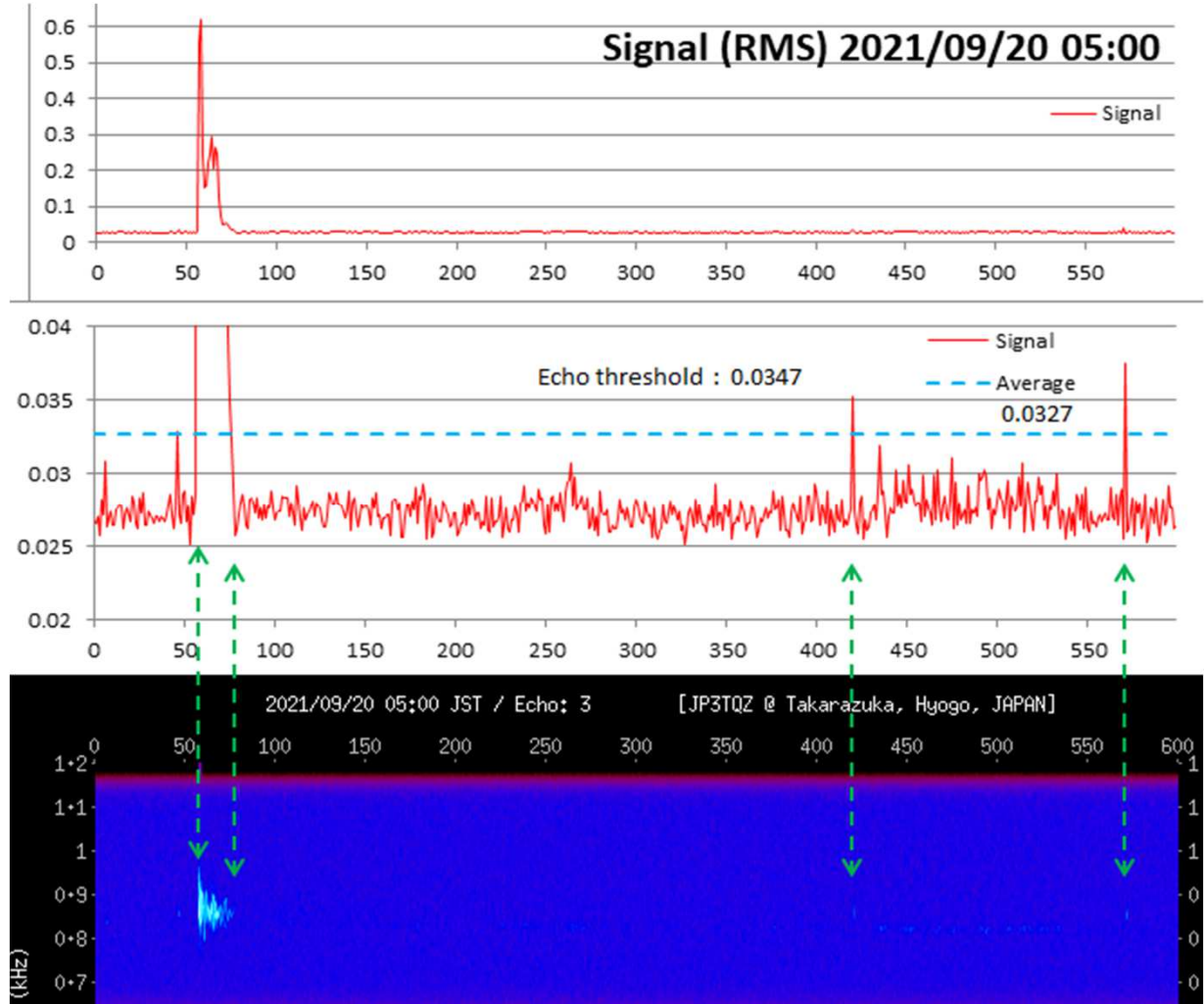
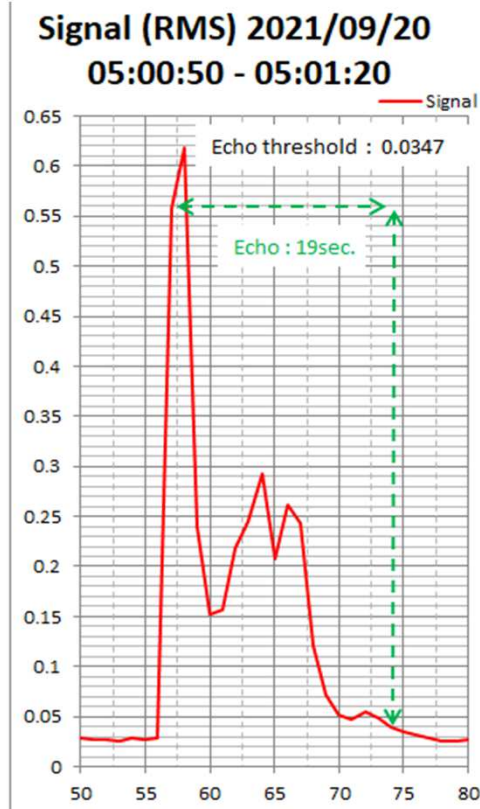
- (a) 10分間の信号強度(振幅)のRMSを算出して、この値が一定値以上の信号をエコーとして検出。
- (b) 10分間の信号強度(振幅)のRMSを算出し、更に標準偏差を算出して、標準偏差の外に存在する信号をエコーとして検出。

(2) 閾値

(a) 10分間の平均値+設定値で判定。

【例】  
 閾値 = 平均値(0.0327) + 設定値(0.002)  
 = 0.0347

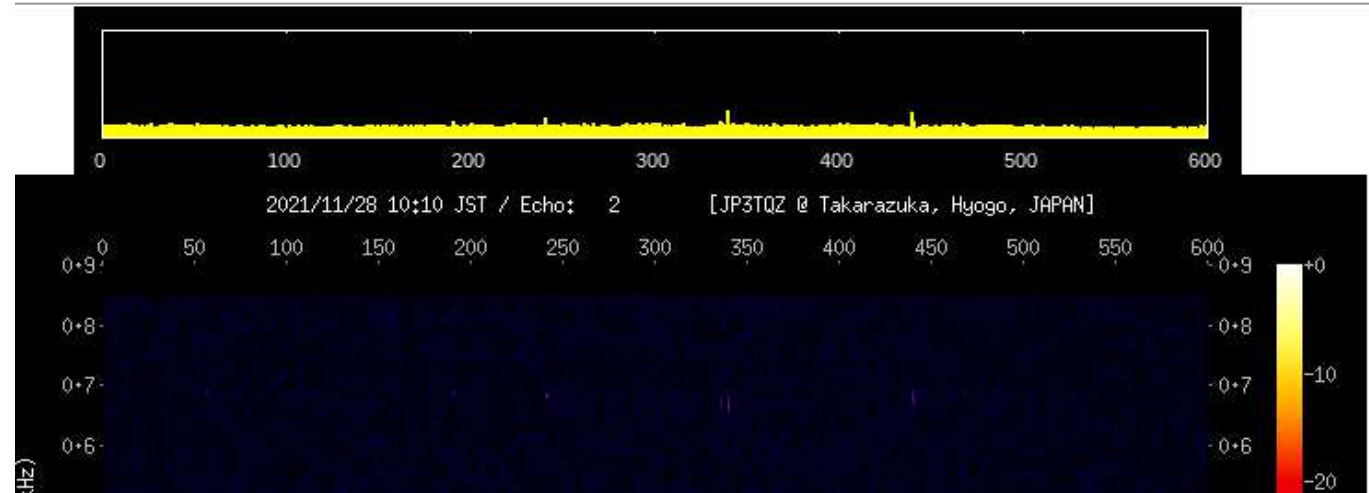
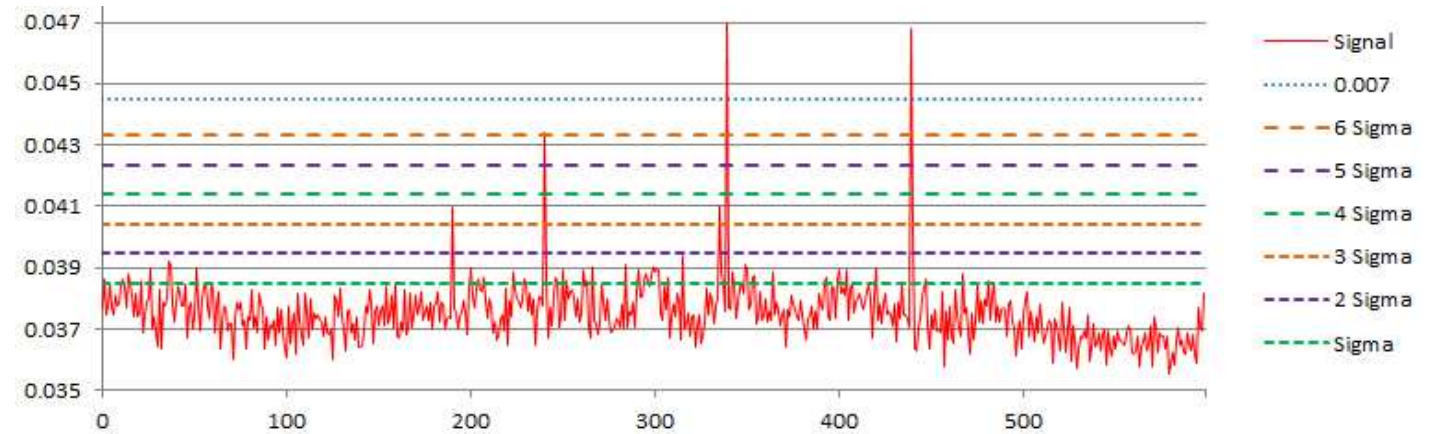
51	0.026733
52	0.027816
53	0.025185
54	0.028418
55	0.027104
56	0.02858
57	0.557854
58	0.61872
59	0.240024
60	0.152291
61	0.156572
62	0.218419
63	0.24468
64	0.292189
65	0.207426
66	0.262458
67	0.242779
68	0.121956
69	0.071212
70	0.051622
71	0.047549
72	0.054686
73	0.048066
74	0.039343
75	0.034909
76	0.03221
77	0.029115
78	0.025708
79	0.026264





(b) 10分間の標準偏差で判定。

- ・ スペクトログラムに表示されている Echo: 2 は、(a) 項の閾値で観測した結果で、この例の閾値は、  
閾値 = 平均値 + 設定値 (0.007) となっています。
- ・ 図の上部に記載のグラフは、(a) 項の方法と標準偏差の方法を評価したものです。



(c) 閾値の変更方法

観測シェル「mrospec.sh」のヘッダーの少し下に記載している変数「STD\_SGM」の設定値を編集して変更します。

```
##
# Set SD(standard deviation) to judg echo.
#
STD_SGM=5
```

- ・ STD\_SGM = 0 : 10分間の平均値 + 設定値 . . . (a) の処理
- ・ STD\_SGM = 0 以外 : 標準偏差 (初期値 5σ)