

# SPEEDAS GUI-データ解析

2015年8月19日

第2回「太陽地球環境データ解析に基づく  
超高層大気の空間・時間変動の解明」  
データ解析セッション

新堀 淳樹 (京大生存研)

## 内容

- SPEDASのGUIツールの簡単な使い方(Analysis, Calculate等)
  - 軸や凡例等のラベルの変更
  - Analysis(スパイクの除去、フィルター、FFTなど)
  - Calculateの使い方
- 使用データ
  - 2006年12月14日00:00 UT ~ 12月15日23:59 UTのMAGDAS, mm210の地磁気データ、ACE太陽風

## 目的

- プロットをカスタマイズして論文にそのまま使用可能な絵を作成したり、データを使った簡単な演算・解析を行う方法を習得する。



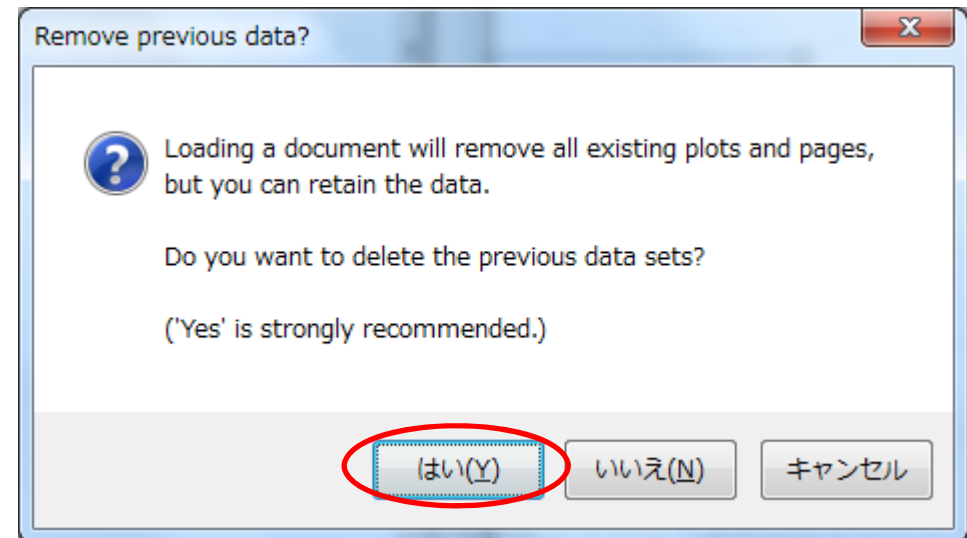
# プロットのカスタマイズ

横軸、縦軸、カラーバーの刻み(tick)、ラベル、文字フォントや色・大きさ、またプロット線の線種や色などを自由自在にカスタマイズ。データ解析によって作成したプロットをそのままpublication qualityの絵にすることができる！

講習:

ワークスペースの読み込み

1. SPEDASを終了する
2. SPEDASを再起動する
3. メニューから**File- Open SPEDAS Document** を選択
4. 右下のウィンドウが出るので“はい” を選択
5. 先ほど保存したSPEDAS Documentを選択

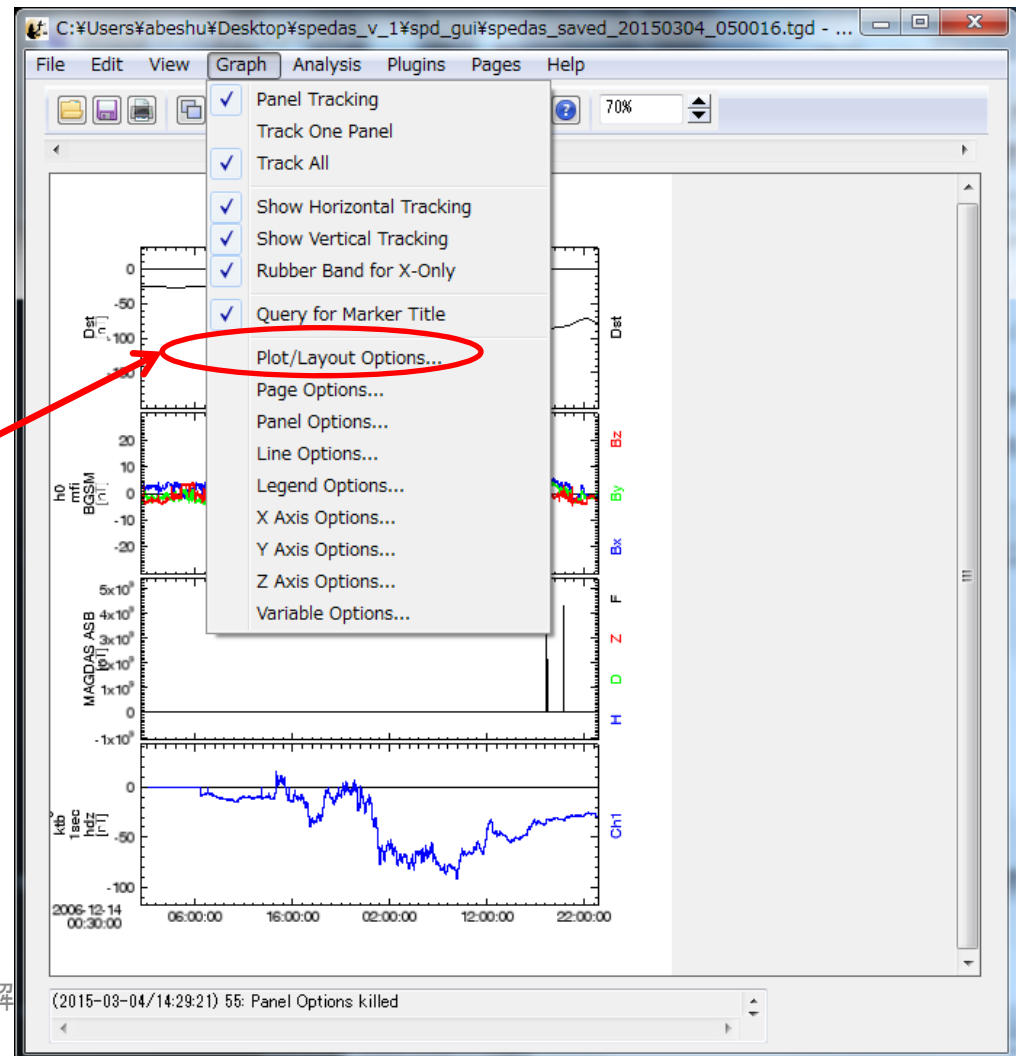


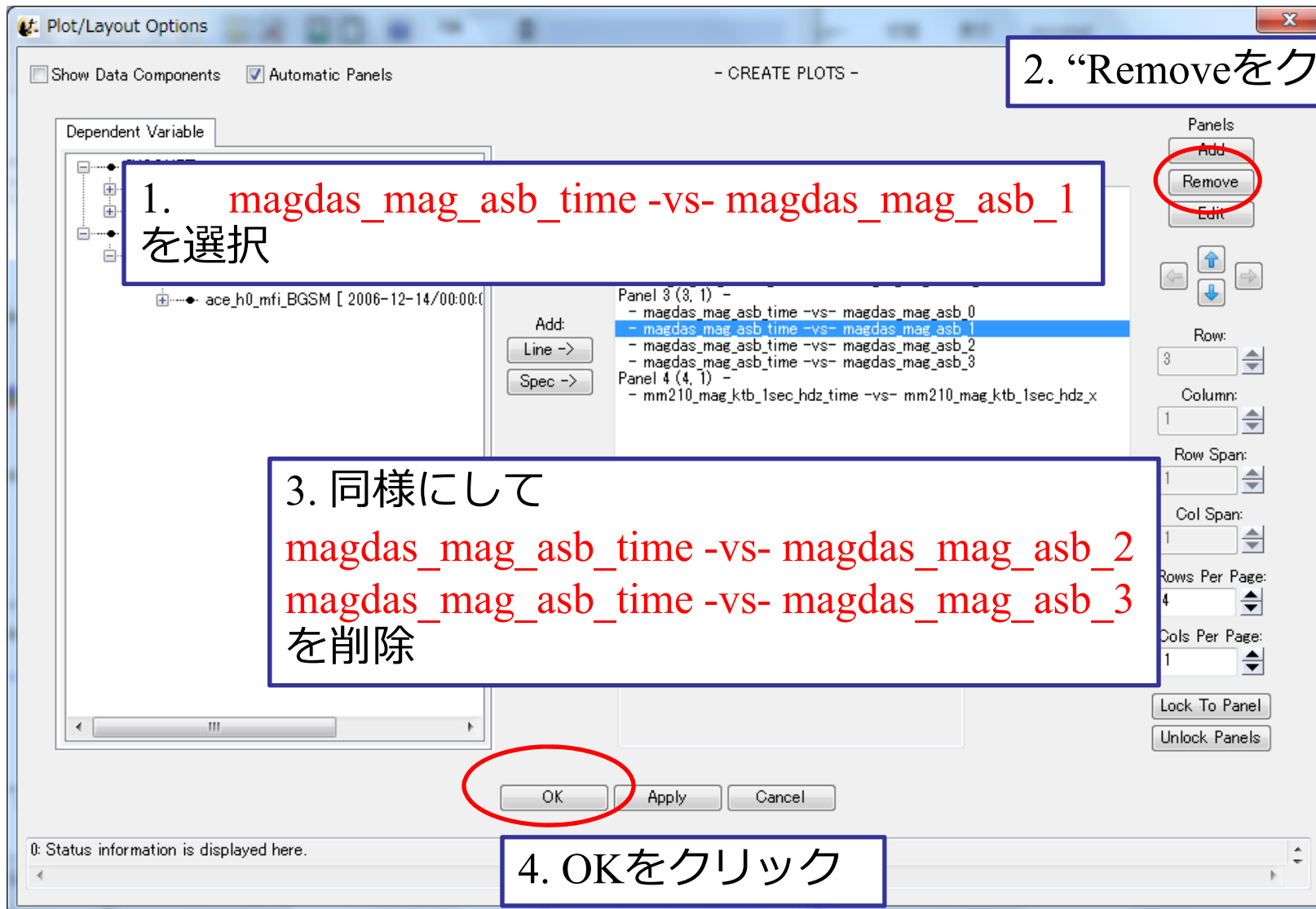
講習:

プロットの削除

1. メニューから

Graph – Plot/Layout Options  
を選択





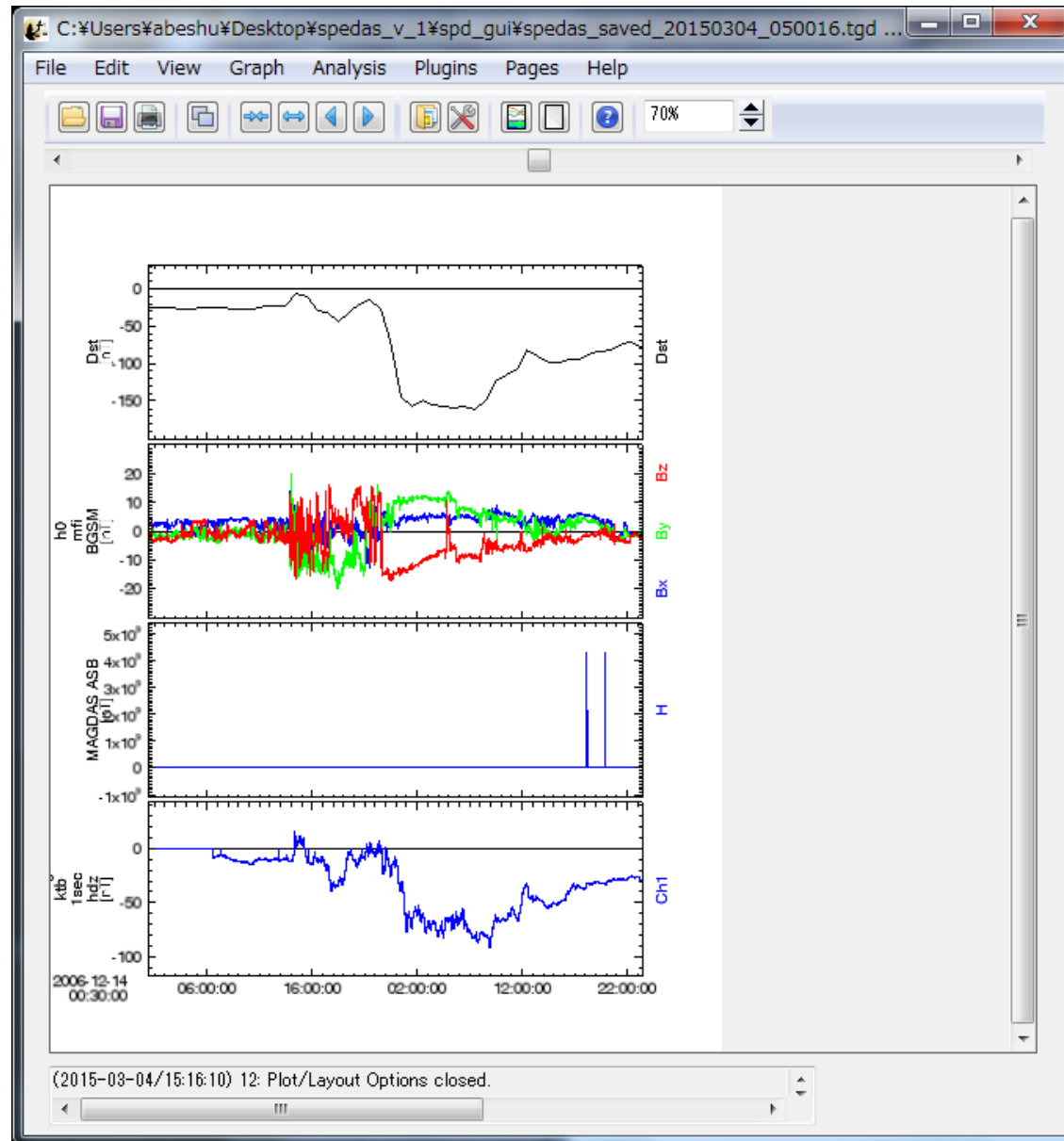
1. `magdas_mag_asb_time -vs- magdas_mag_asb_1` を選択

2. “Remove”をクリック

3. 同様にして  
`magdas_mag_asb_time -vs- magdas_mag_asb_2`  
`magdas_mag_asb_time -vs- magdas_mag_asb_3`  
 を削除

4. OKをクリック

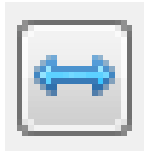
結果はこちら



## 講習: X 軸 (時間軸) の変更1



時間幅を縮める(短い時間幅をプロット)



時間幅を広げる(長い時間幅をプロット)

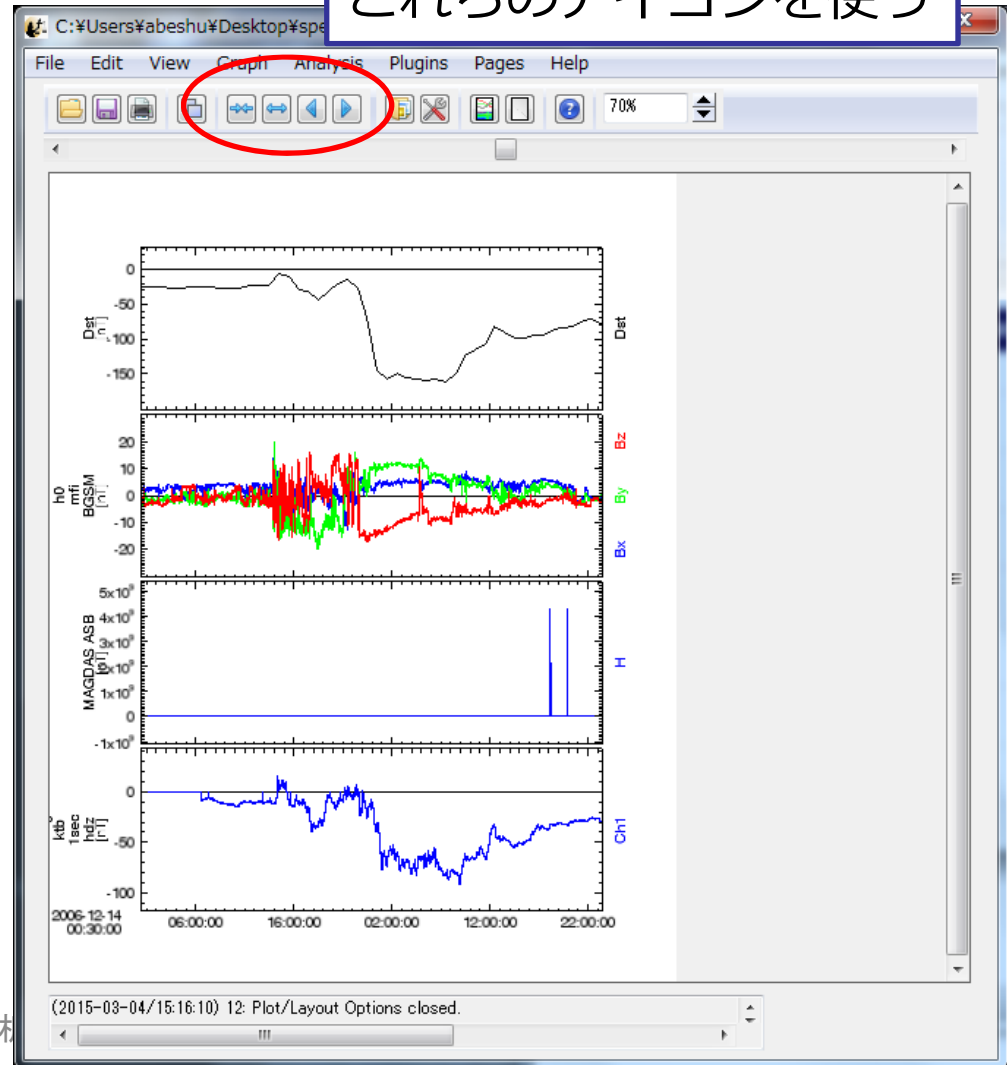


プロット時間幅を前にずらす



プロット時間幅を後ろにずらす

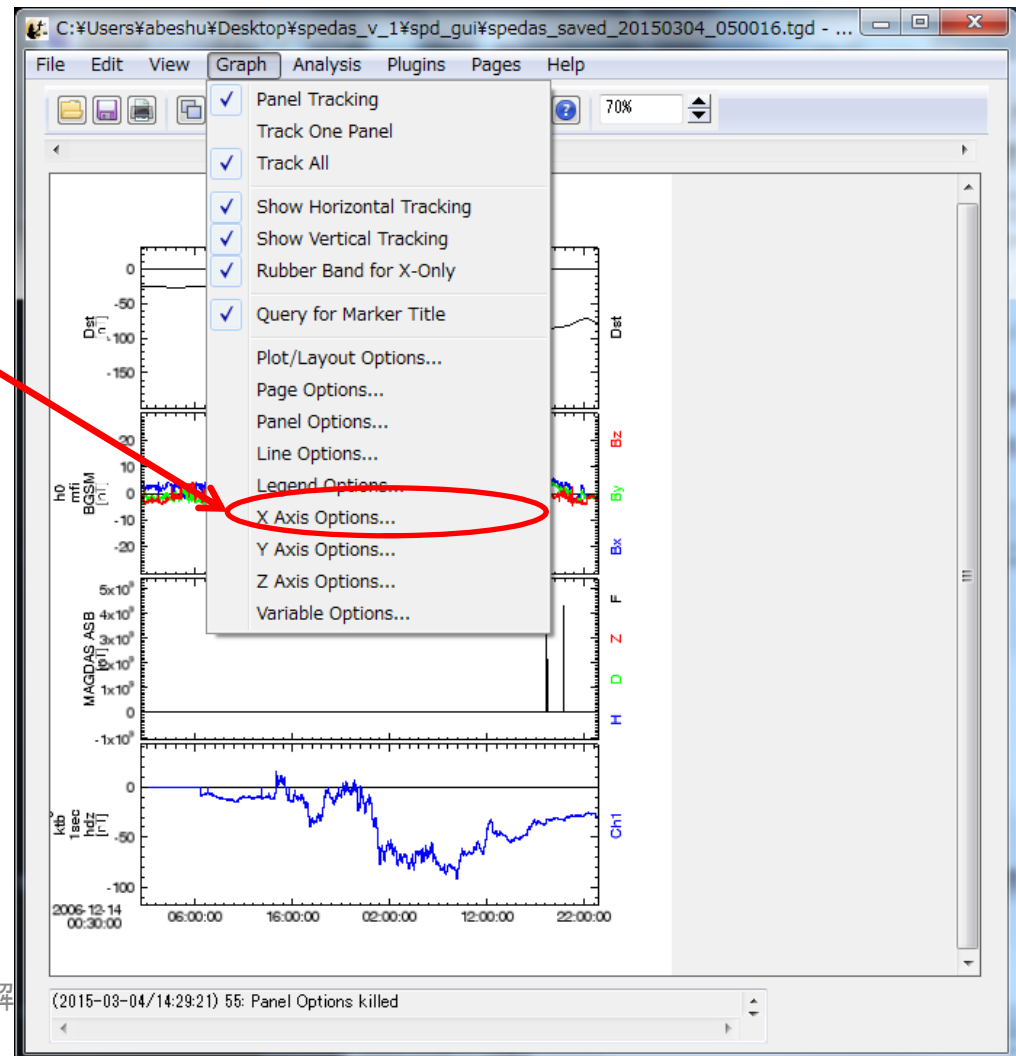
これらのアイコンを使う

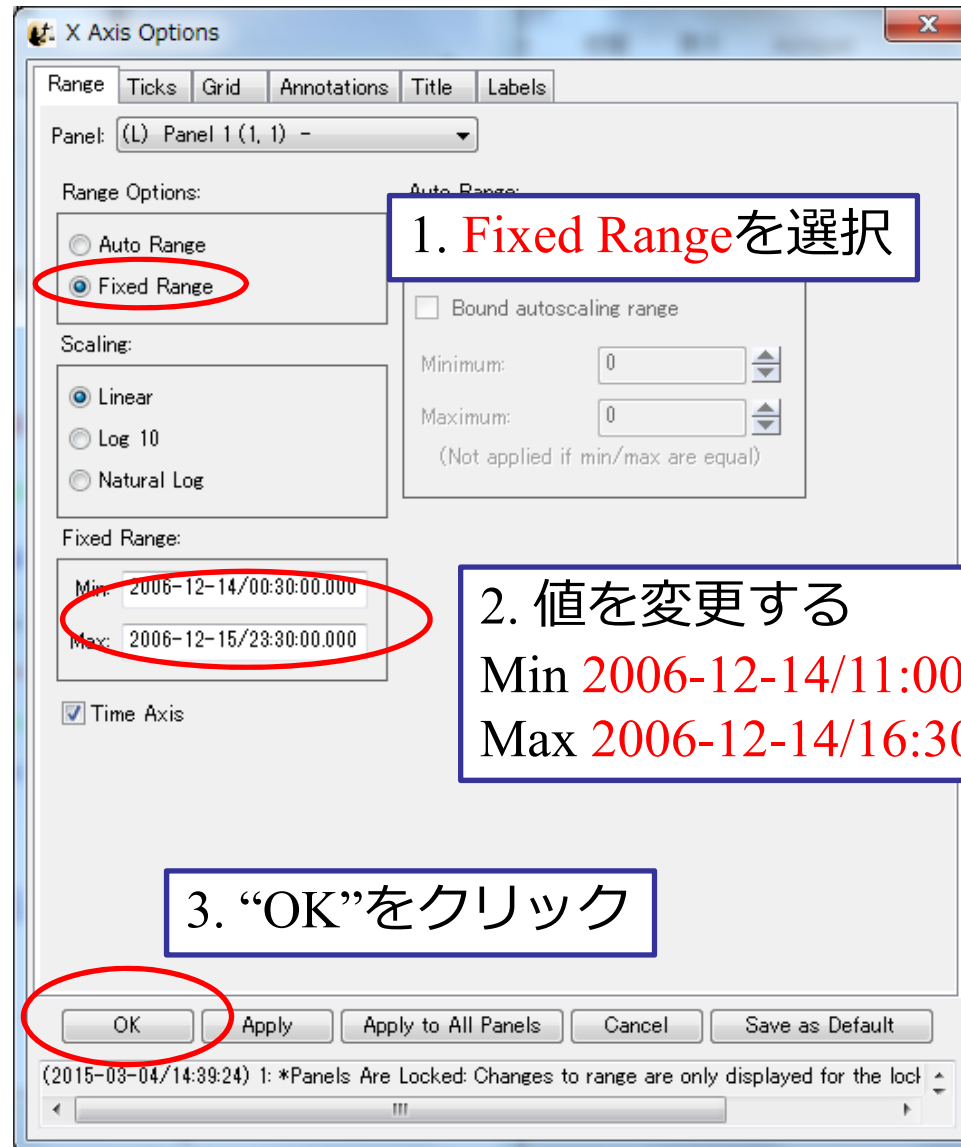




## 講習: X 軸 (時間軸) の変更2

1. メニューから  
**Graph – X Axis Options**  
を選択





X Axis Options

Range: Ticks Grid Annotations Title Labels

Panel: (L) Panel 1 (1, 1) -

Range Options:

Auto Range

Fixed Range

Auto Range:

Bound autoscaling range

Minimum: 0

Maximum: 0

(Not applied if min/max are equal)

Scaling:

Linear

Log 10

Natural Log

Fixed Range:

Min: 2006-12-14/00:30:00.000

Max: 2006-12-15/23:30:00.000

Time Axis

OK Apply Apply to All Panels Cancel Save as Default

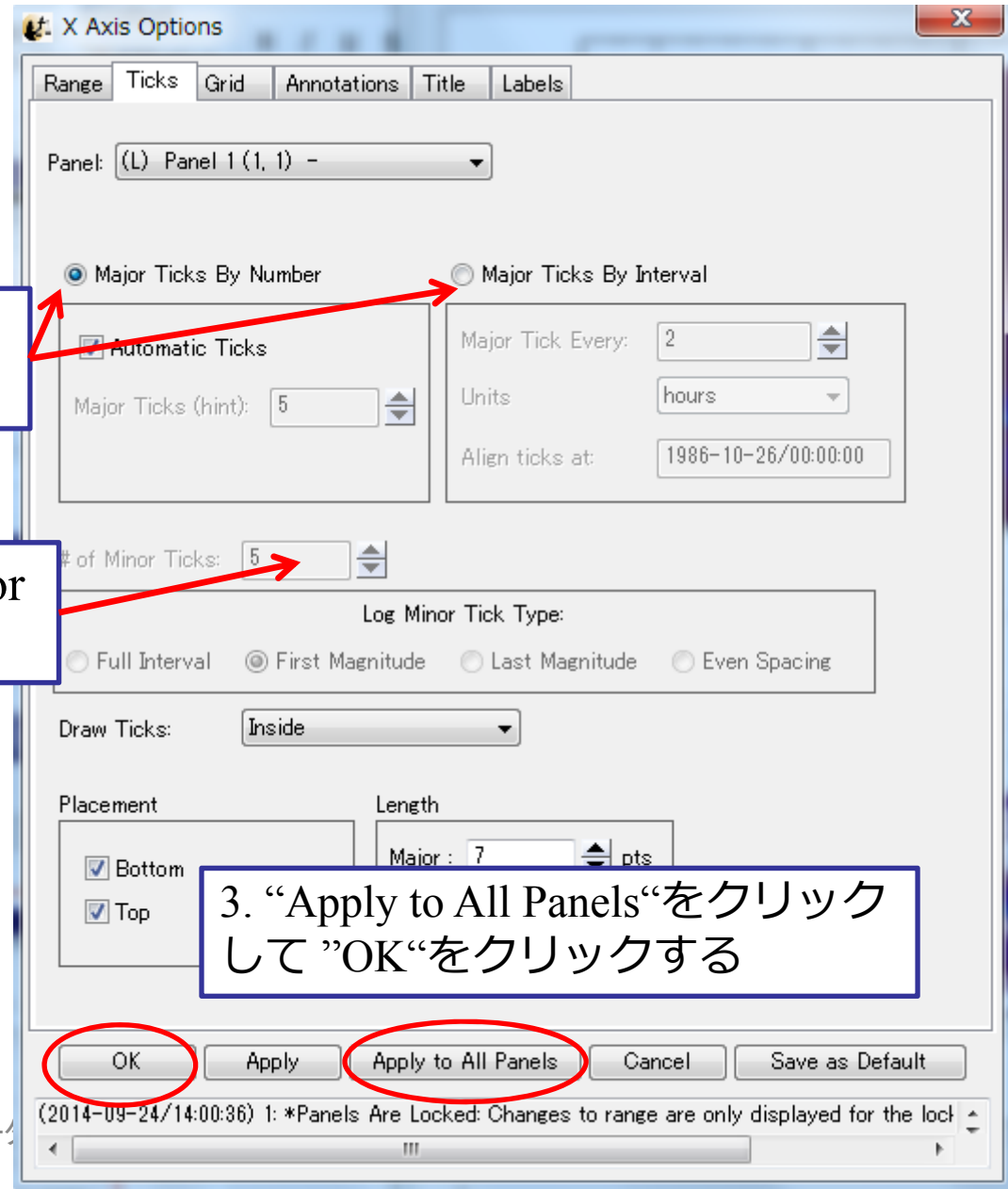
(2015-03-04/14:39:24) 1: \*Panels Are Locked: Changes to range are only displayed for the lock

講習:  
プロットのTickをカスタマイズ

Major Tick By Intervalを選択し、  
Major Tick Every に12を入れる

2. # (Number or Interval) of Minor  
Ticksに4を入れる

3. “Apply to All Panels“をクリック  
して”OK“をクリックする

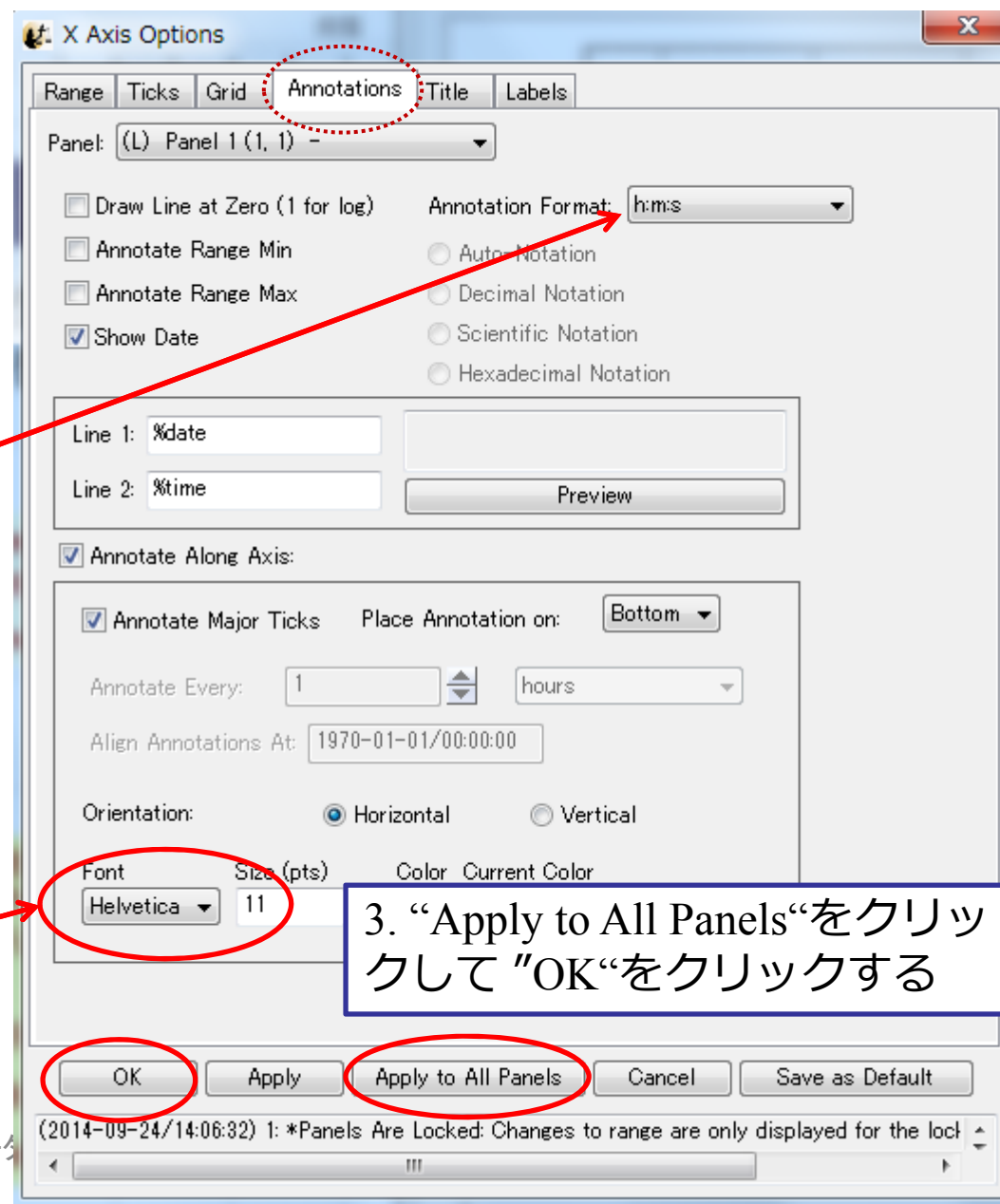


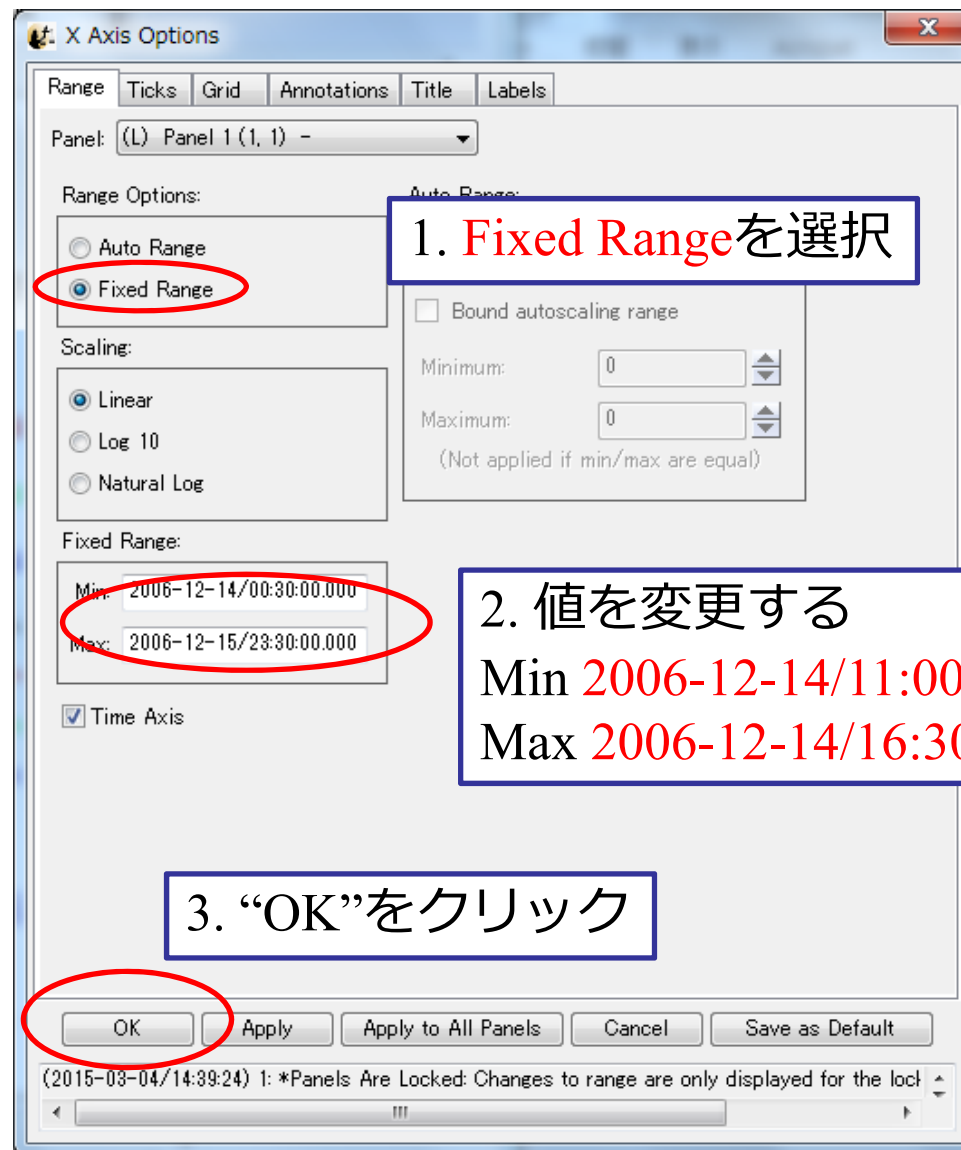
講習:  
時刻表示のフォーマットを変更

1. Annotation Format でプルダウンメニューの中から好みの書式（ここでは "mo:day:h:m"）を選択

2. 使用フォントの種類やサイズを変更する場合は、ここから設定できる

3. "Apply to All Panels" をクリックして "OK" をクリックする





1. Fixed Rangeを選択

2. 値を変更する  
Min 2006-12-14/11:00:00.000  
Max 2006-12-14/16:30:00.000

3. "OK"をクリック

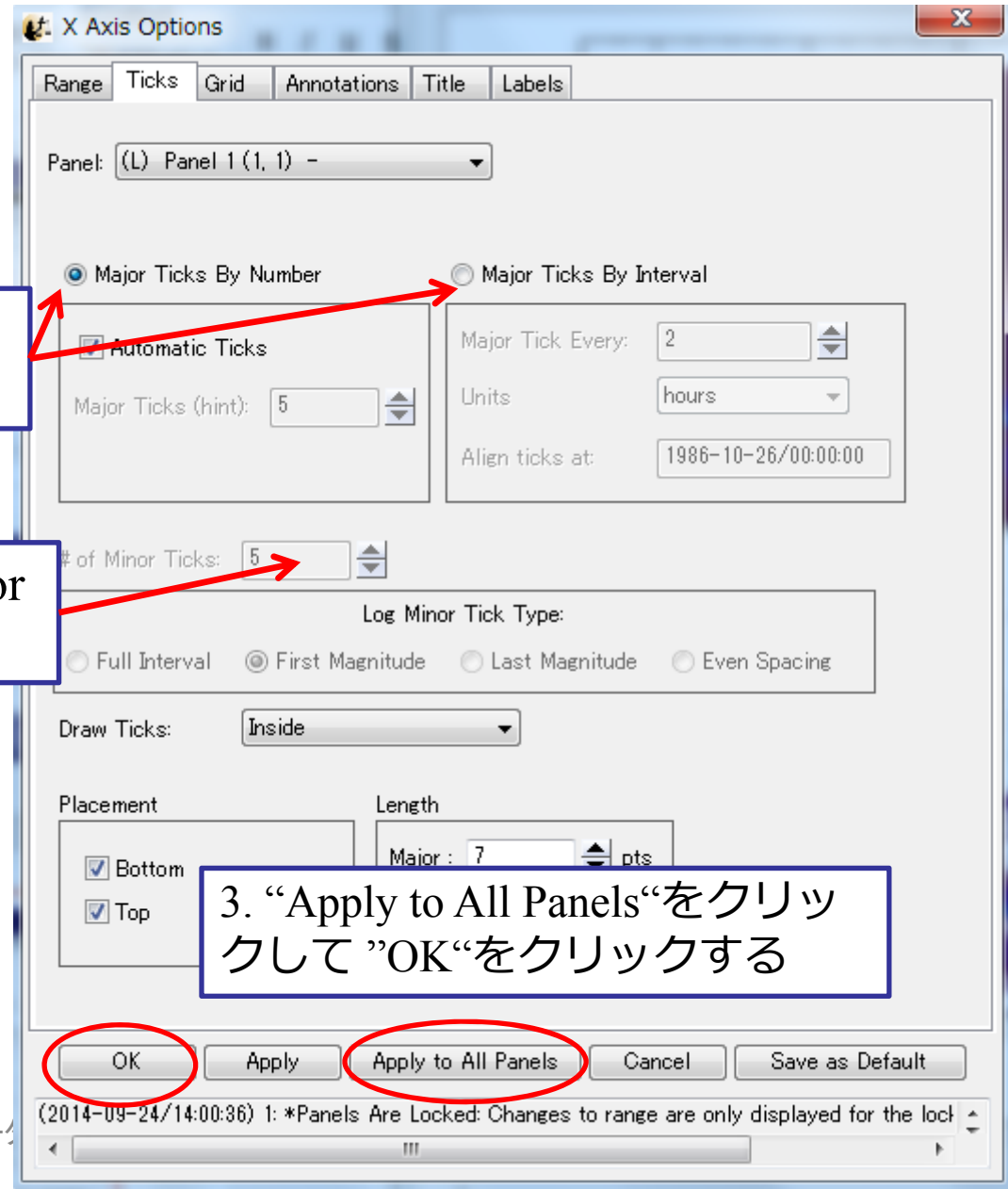
講習:

プロットのTickをカスタマイズ

Major Tick By Intervalを選択し、Major Tick Every に12を入れる

2. # (Number or Interval) of Minor Ticksに4を入れる

3. “Apply to All Panels“をクリックして”OK“をクリックする

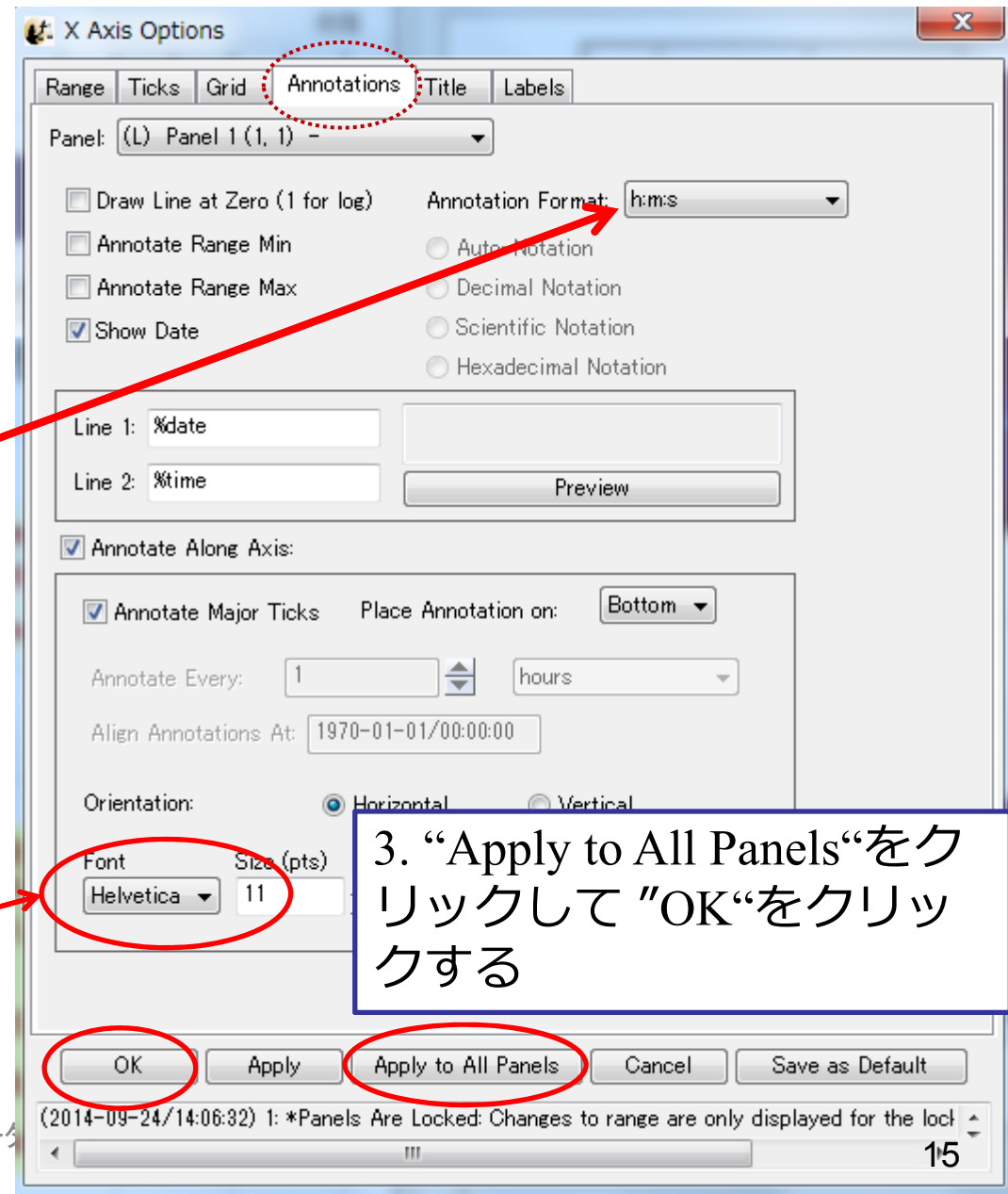


講習:  
時刻表示のフォーマットを変更

1. Annotation Format でプルダウンメニューの中から好みの書式（ここでは "mo:day:h:m"）を選択

2. 使用フォントの種類やサイズを変更する場合は、ここから設定できる

3. "Apply to All Panels" をクリックして "OK" をクリックする



講習:  
軸のラベルを変更

1. 一番下のプロットパネルを選択(ここでは“Panel 4”)

3. Edit/Add Labelに“Universal Time”と入力



2. “Show Label” ボックスをチェック

4. “OK”をクリック

Note: “Apply to All Panels”は使わない



## その他のオプション

### •Page Options...

–スタックプロットのタイトルやマージン等を変更

### •Panel Options...

–スタックプロットの各プロットパネルのタイトルや色を変更

### •Line Options...

–各プロットパネルの線種や色を変更

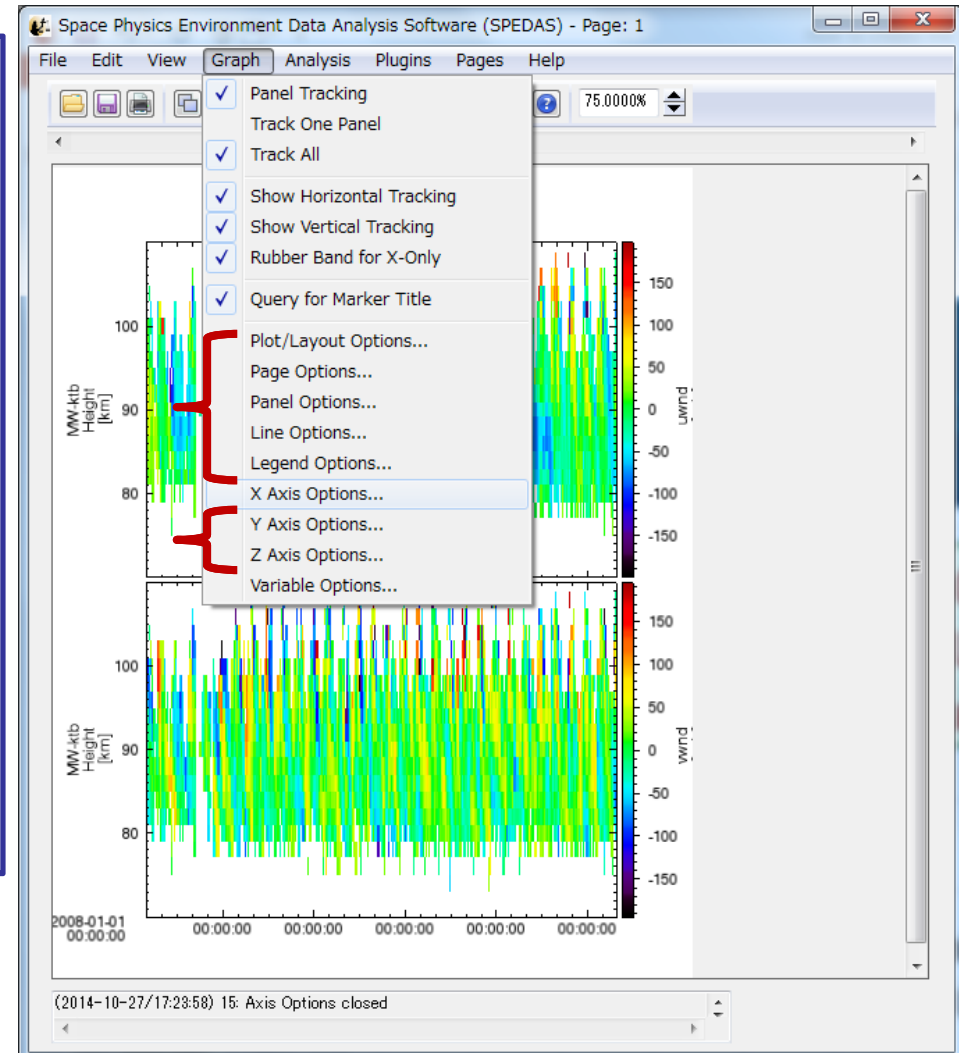
### •Legend Options...

–マウスカーソルをプロット上に置いた時に現れる凡例表示のフォーマットを変更

### •Variable Options...

–プロット下部の時刻ラベルの下に、選択した変数の値を表示。例えば衛星位置座標など

※Y Axis Optionsでプロットの縦軸のカスタマイズ、Z Axis Optionsでカラーコンターでプロットした際のカラーバー周りをカスタマイズできる

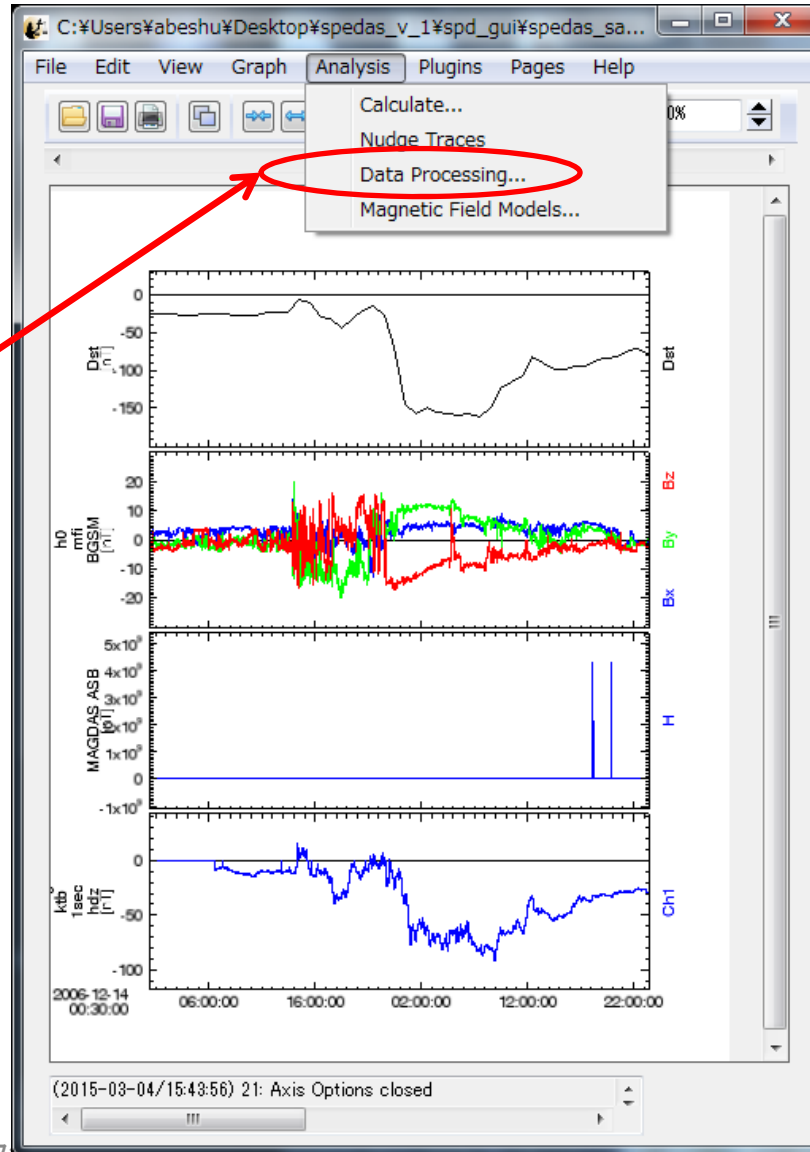


# 時系列データ解析(Data processing)

読み込んだ時系列データに対して、平均値を差し引く、移動平均を取る、ハイパス/ローパスフィルターをかける、欠損値を補間、時間微分を計算する、FFTやウェーブレット変換でダイナミックスペクトルを計算、などのデータ解析がGUI上で簡単にできる！

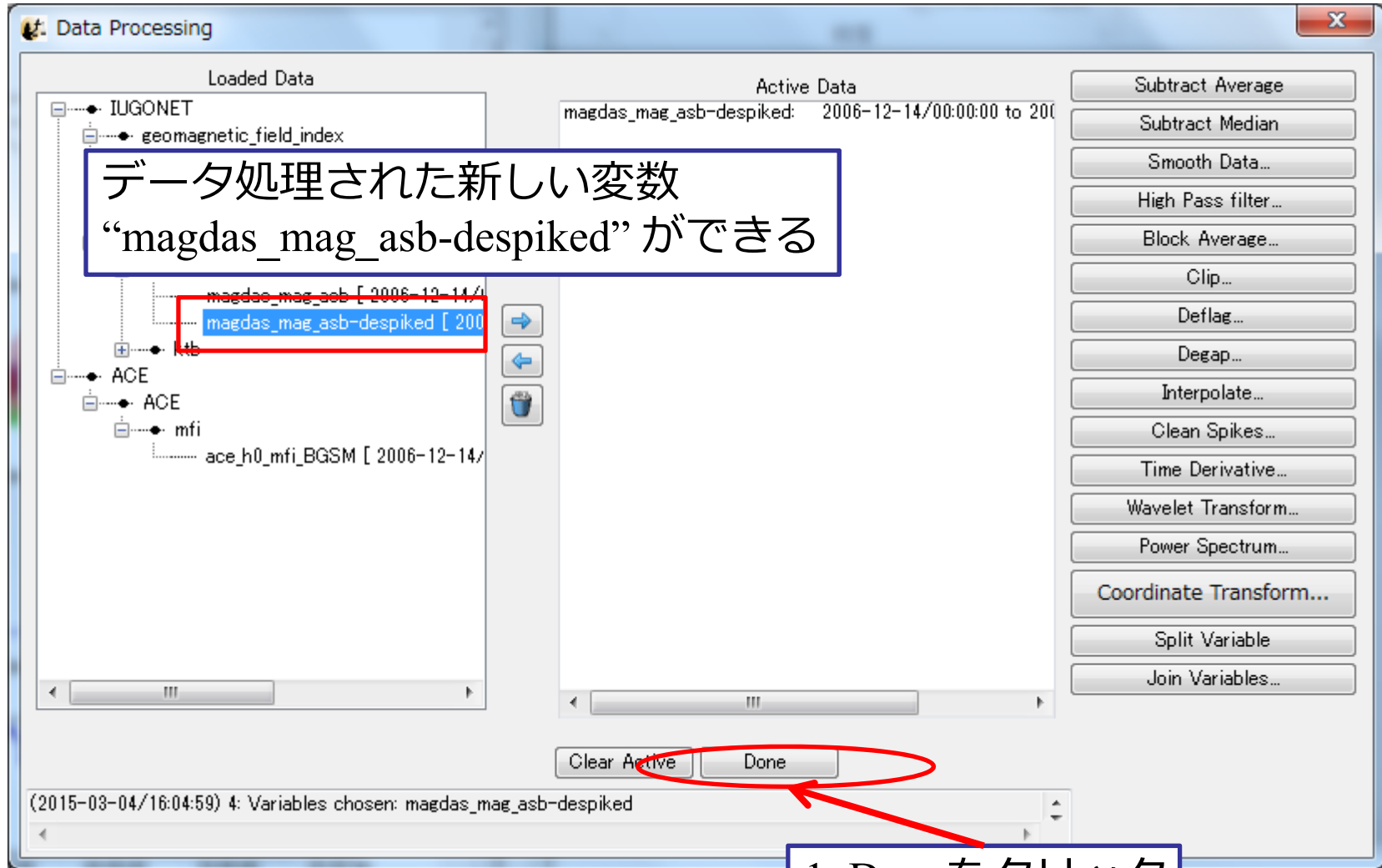
## 演習1: データ処理 (ノイズ除去)

1. メニューから  
**Analysis – Data Processing**  
を選択



The screenshot shows the 'Data Processing' window with a tree view of 'Loaded Data' and a list of 'Active Data'. The 'Clean Spikes Options' dialog box is open, showing settings for Threshold, Smoothing Width, and Suffix. The 'Clean Spikes...' button in the main window is circled in red.

1. 処理したいデータを選択  
**magdas\_mag\_asb**
2. 右矢印をクリック
3. Data が追加される
4. Clean Spikes をクリック
5. 各オプションを設定する



データ処理された新しい変数  
“magdas\_mag\_asb-despiked” ができる

1. Doneをクリック

“Plot/Layout Options”を開く

**2. Click line**

**3. Dataが追加される**

**1. 先ほど処理したデータ magdas\_mag\_asb-despiked\_0 を選択**

**4. OKをクリックする**

Dependent Variable

- IUGONET
  - geomagnetic\_field\_index
    - dst
      - wdc\_mag\_dst [ 2006-12-14/00:30:00
      - wdc\_mag\_dst [ 2006-12-14/00:30:00
    - geomagnetic\_field\_flux
      - asb
        - magdas\_mag\_asb [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb\_time [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb\_0 [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb\_1 [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb\_2 [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb\_3 [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb\_axis [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb-despiked [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb-despiked\_time [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb-despiked\_0 [ 2006-12-14/00:30:00
        - magdas\_mag\_asb-despiked\_1 [ 2006-12-14/00:30:00

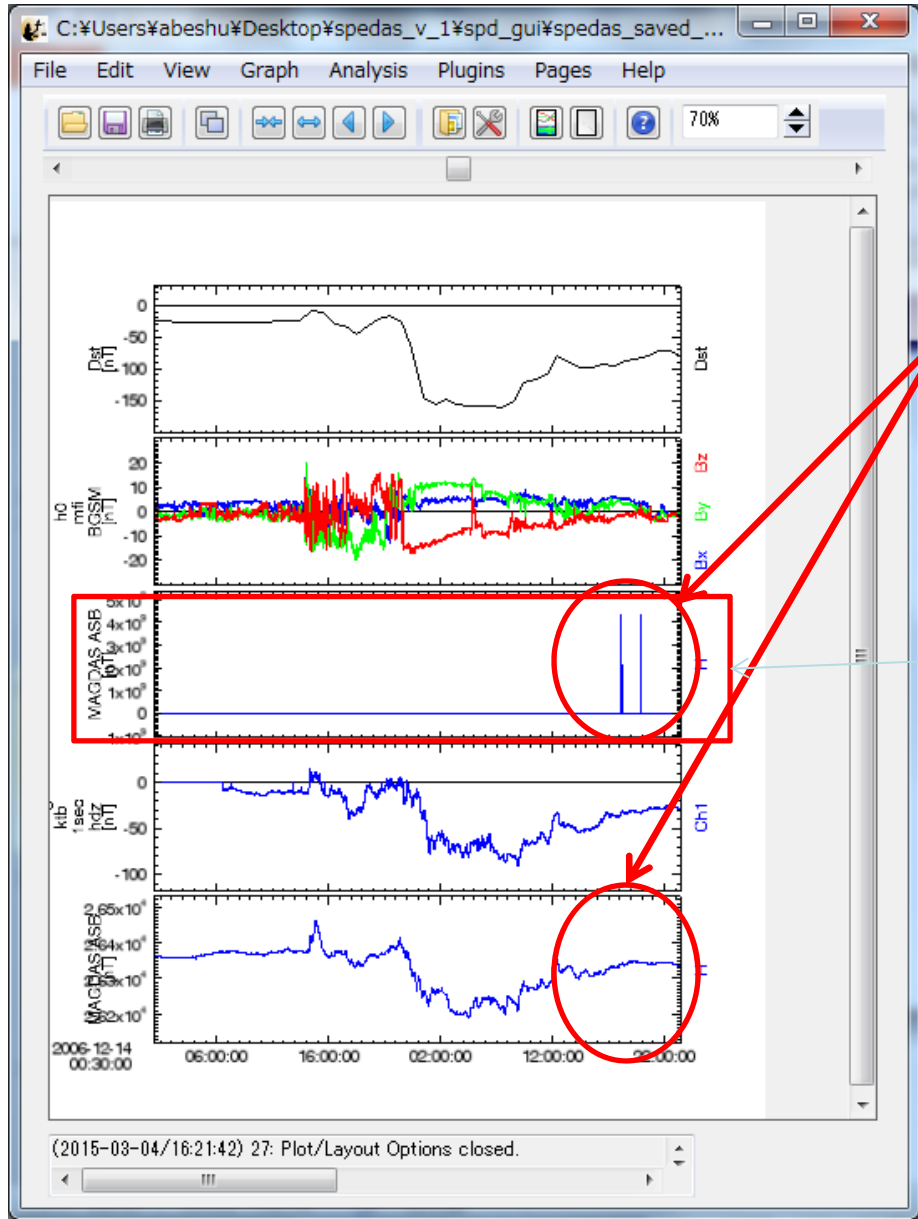
Line -> Spec ->

(L) Panel 1 (1, 1) -  
- wdc\_mag\_dst\_time -vs- wdc\_mag\_dst\_data  
Panel 2 (2, 1) -  
- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_time -vs- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_x  
- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_time -vs- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_y  
- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_time -vs- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_z  
Panel 3 (3, 1) -  
- magdas\_mag\_asb\_time -vs- magdas\_mag\_asb\_0  
Panel 4 (4, 1) -  
- mm210\_mag\_ktb\_1000\_hdc\_time -vs- mm210\_mag\_ktb\_1000\_hdc\_x  
Panel 5 (5, 1) -  
- magdas\_mag\_asb-despiked\_time -vs- magdas\_mag\_asb-despiked\_0

Variables: Add/Edit

OK Apply Cancel

0: Status information is displayed here.



スパイクノイズが  
削除されたのがわかる

このパネルは不要な  
ので削除しよう

## 回答例

“Plot/Layout Options”を開く

The screenshot shows the 'CREATE PLOTS' dialog box. On the left, there is a tree view under 'Dependent Variable' containing various data series like 'IUGONET', 'geomagnetic\_field\_index', 'dst', 'geomagnetic\_field\_fluxgate', 'asb', 'magdas\_mag\_asb', 'magdas\_mag\_asb-despiked', 'ktb', 'ACE', and 'mfi'. In the center, there is a list of panels: 'Panel 1 (1, 1)', 'Panel 2 (2, 1)', 'Panel 3 (3, 1)', and 'Panel 4 (4, 1)'. 'Panel 3' is highlighted with a red box. On the right, there are layout options including 'Row Span', 'Col Span', 'Rows Per Page', and 'Cols Per Page'. The 'Remove' button is circled in red. At the bottom, the 'OK' button is also circled in red.

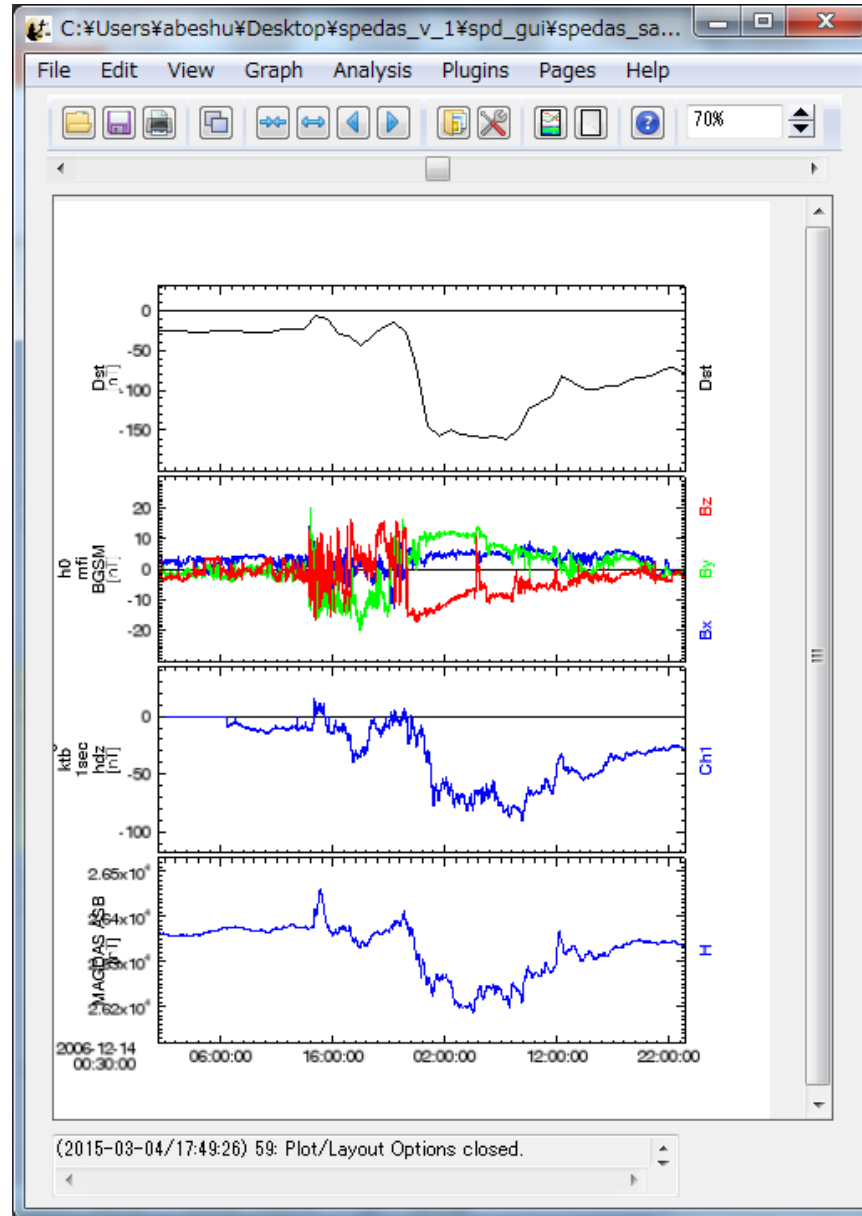
2. Removeをクリック

1. 不要なパネル (Panel3) を選択

3. OKをクリック



結果はこちら



## 演習2 :

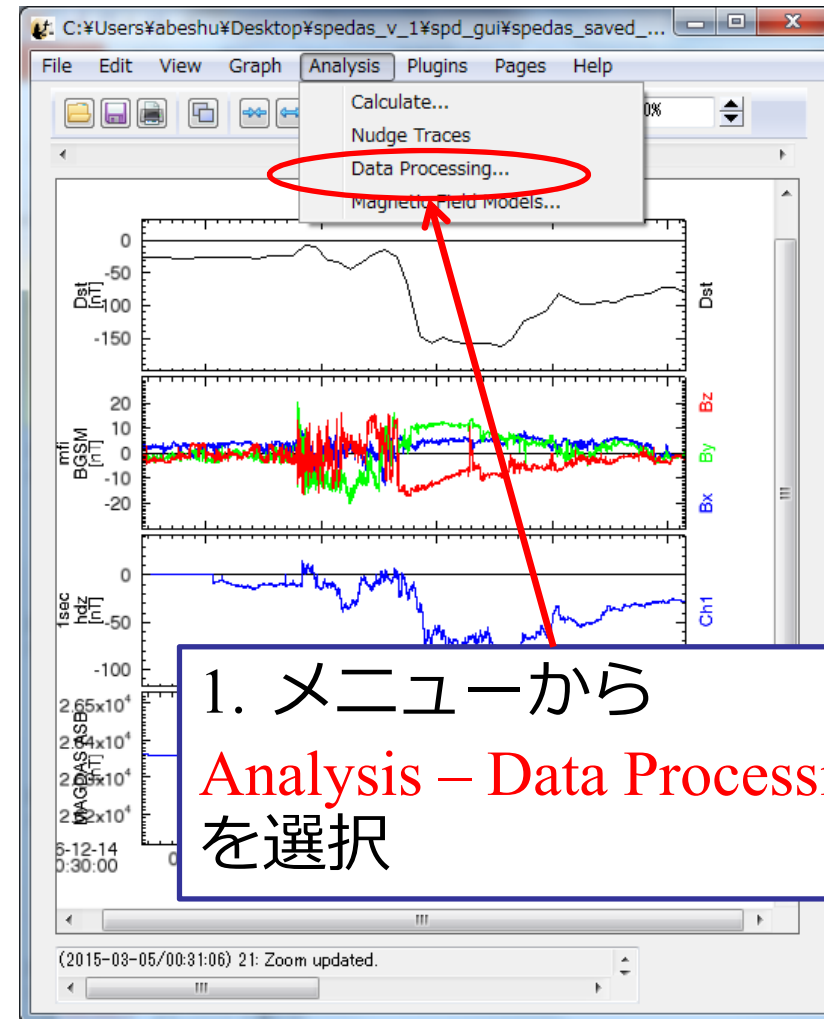
mm210 mag ktb 1sec hdz x  
のパワースペクトルを計算  
してプロットする

## ヒント1:

解析方法を“Data Processing”から  
選ぶ(オプションダイアログが出た  
場合は、まずはデフォルト値を使っ  
てみよう)

## ヒント2:

表示する際は“Line”ではなく  
“Spec”を使う



The screenshot shows the 'Data Processing' window with a tree view of 'Loaded Data' and a list of 'Active Data'. The 'Active Data' list includes 'mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz' and 'magdas\_mag\_asb-despiked'. A 'Power Spectrum Options' dialog box is open, showing 'Window Size' set to 256 and 'Window Shift' set to 128. The 'Power Spectrum...' button in the main window is circled in red. The 'OK' button in the dialog box is also circled in red.

1. mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz を選択
2. 右矢印をクリック
3. Dataが追加される
4. Power Spectrumを選択
5. 256を1024に変更
6. 128を32に変更
7. OKをクリック

1. 新しい変数が追加された

2. Doneをクリック

“Plot/Layout Options”を開く

**1. 先ほど計算した mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc を選択する**

**2. Specをクリック**

**3. Addをクリック**

**4. Data が追加される**

**5. OKをクリック**

Plot/Layout Options  
 Show Data Components  Automatic Panels  
 - CREATE PLOTS -

Dependent Variable

- IUGONET
  - geomagnetic\_field\_index
    - dst
      - wdc\_mag\_dst [ 2006-12-14/00:30:00 to ... ]
      - wdc\_mag\_dst\_prov [ 2006-12-14/00:30:00 to ... ]
    - geomagnetic\_field\_fluxgate
      - asb
        - maedas\_mag\_...
        - maedas\_mag\_...
        - maedas\_mag\_asb-despiked\_0\_dpwrspc
        - maedas\_mag\_asb-despiked\_1\_dpwrspc
        - maedas\_mag\_asb-despiked\_2\_dpwrspc
        - maedas\_mag\_asb-despiked\_3\_dpwrspc
      - ktb
        - mm210\_mag\_ktb\_1h\_hdz [ 2006-12-14/00:30:00 to ... ]
        - mm210\_mag\_ktb\_1min\_hdz [ 2006-12-14/00:30:00 to ... ]
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz [ 2006-12-14/00:30:00 to ... ]
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc [ 2006-12-14/00:30:00 to ... ]
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_y\_dpwrspc [ 2006-12-14/00:30:00 to ... ]

(L) Panel 1 (1, 1) -  
 - wdc\_mag\_dst\_time -vs- wdc\_mag\_dst\_data  
 Panel 2 (2, 1) -  
 - ace\_h0\_mfi\_BGSM\_time -vs- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_x  
 - ace\_h0\_mfi\_BGSM\_time -vs- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_y  
 - ace\_h0\_mfi\_BGSM\_time -vs- ace\_h0\_mfi\_BGSM\_z  
 Panel 3 (3, 1) -  
 - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_time -vs- mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x  
 Panel 4 (4, 1) -  
 - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_time -vs- maedas\_mag\_asb-despiked\_0  
 Panel 5 (5, 1) -  
 - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc time -vs- mm210\_mag\_ktb\_1sec

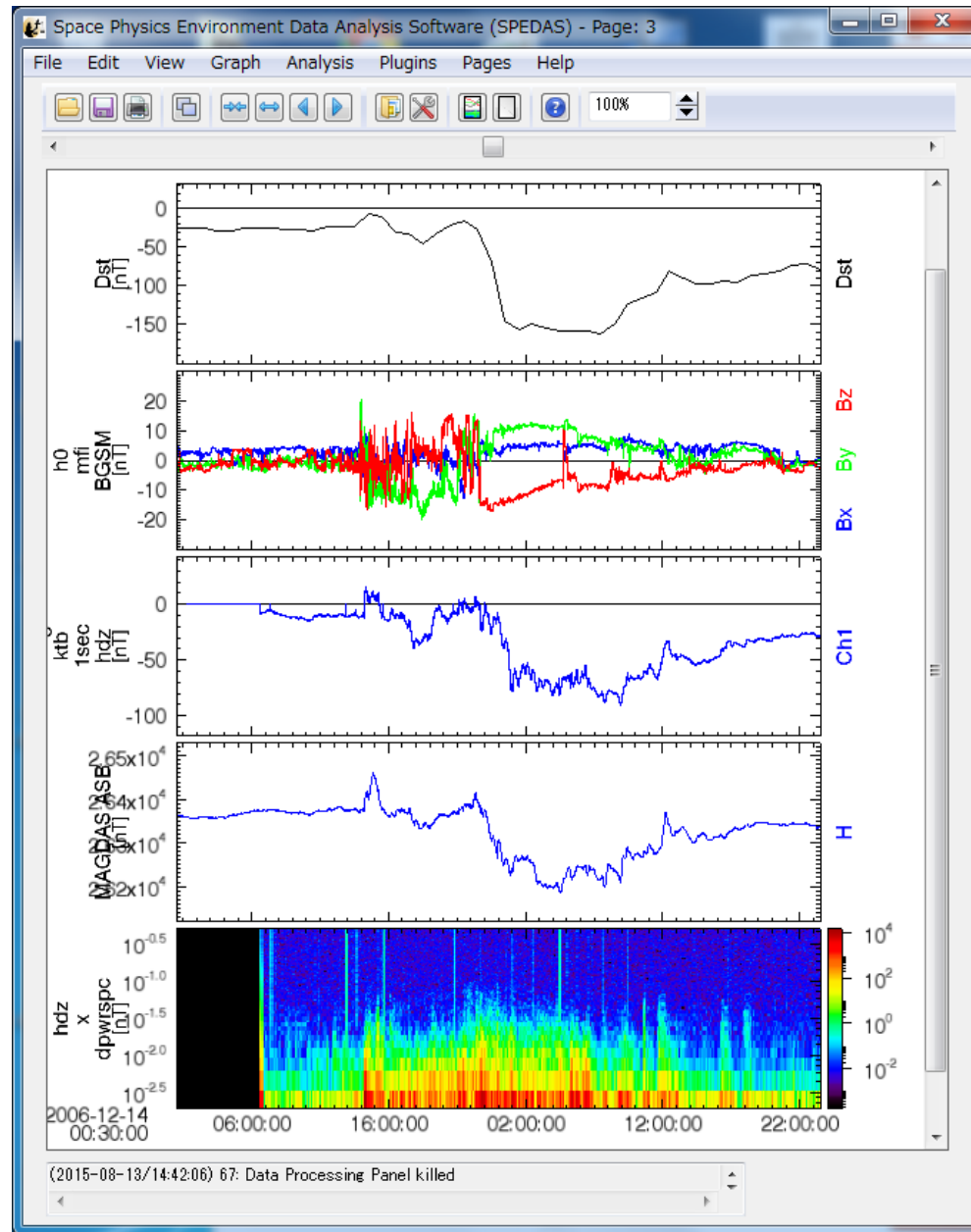
Buttons: Add, Remove, Edit, Spec ->, OK, Apply, Cancel

Variables: Add/Edit

Row: 5, Column: 1, Row Span: 1, Col Span: 1, Rows Per Page: 5, Cols Per Page: 1, Lock To Panel, Unlock Panels

(2015-03-04/17:51:21) 3: Add Finished.

結果はこちら



## 演習3 :

パワースペクトル

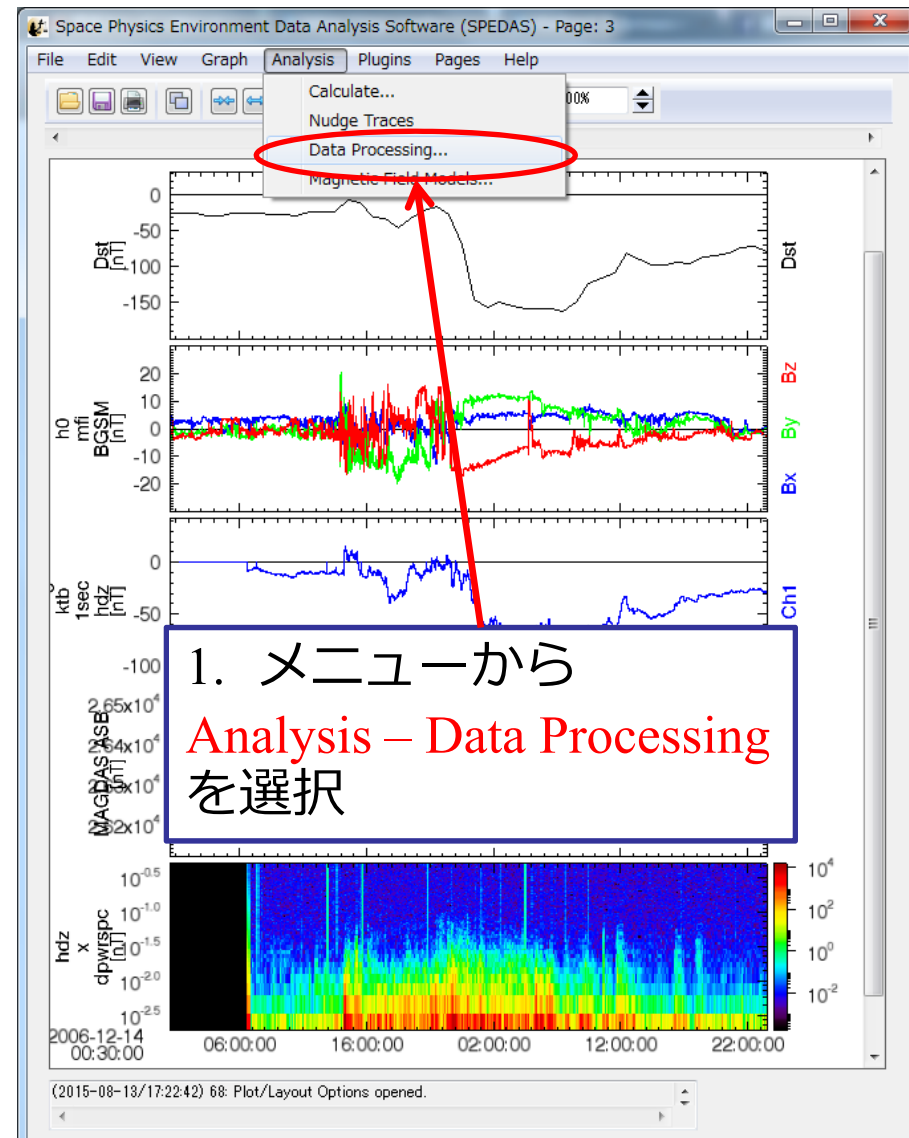
`mm210_mag_ktb_1sec_hdz_x_dpwrspc`  
の移動平均を計算し、プロットする

### ヒント1:

解析方法を“Data Processing”から選ぶ  
(オプションダイアログが出た場合は、  
まずはデフォルト値を使ってみよう)

### ヒント2:

表示する際は“Line”ではなく“Spec”を  
使う





**3. Dataが追加される**

**2. 右矢印をクリック**

**1. mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc を選択**

**5. 1800に変更**

**4. Smooth Data を選択**

**6. OKをクリック**

Smooth Data Options

Smoothing Resolution(sec): 1800

Default Forward Backward

Set Interpolation

No Time Interpolation

True Time Integration

Smooth NaNs

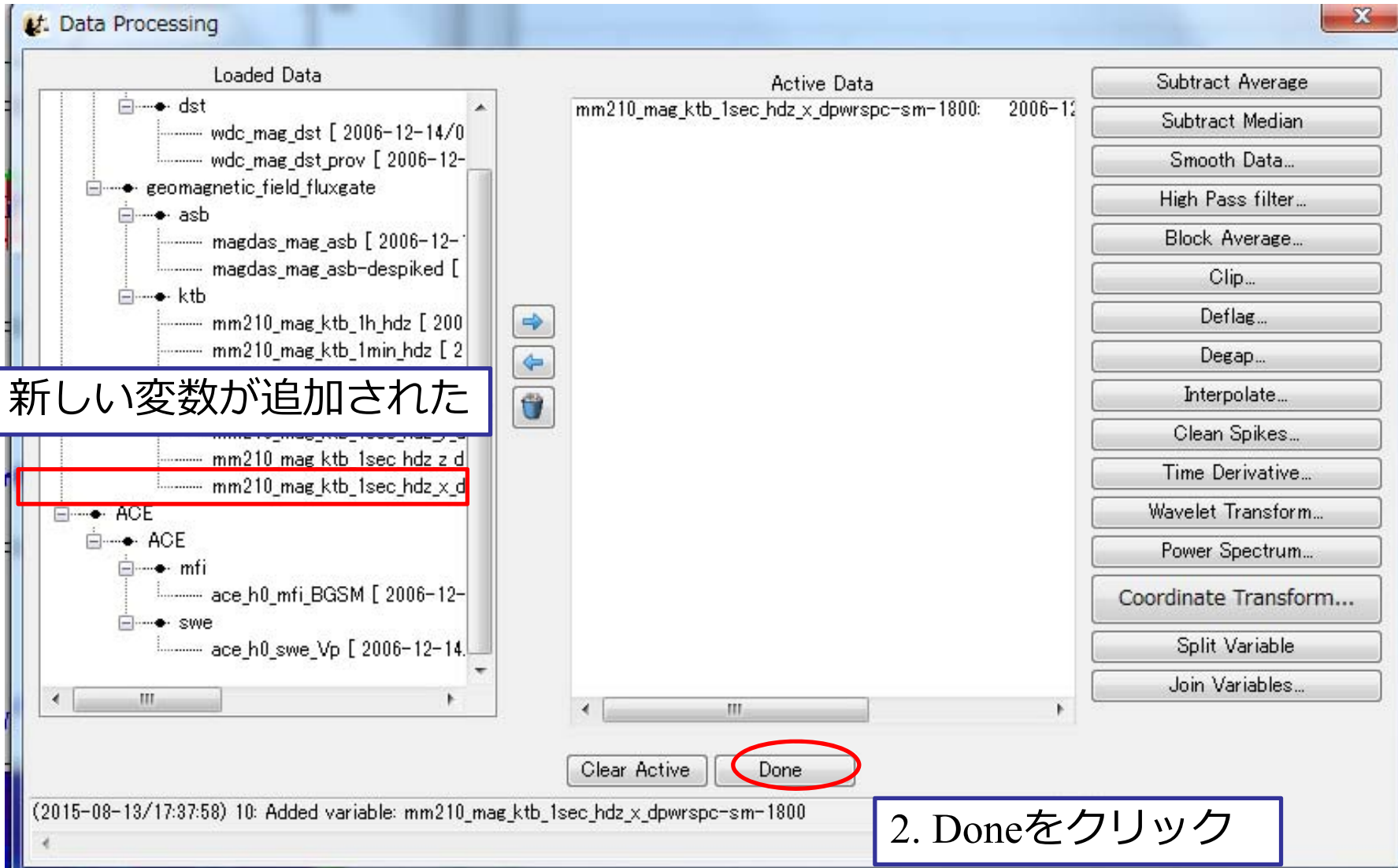
Suffix: -sm Append Resolution

OK Cancel

Clear Active Done

(2015-08-13/17:28:05) 9: Smooth Data: Using 1800.0000 sec resolution.





1. 新しい変数が追加された

2. Doneをクリック

(2015-08-13/17:37:58) 10: Added variable: mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc-sm-1800

“Plot/Layout Options”を開く

1. 先ほど処理したデータ  
mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc-sm-1800  
を選択

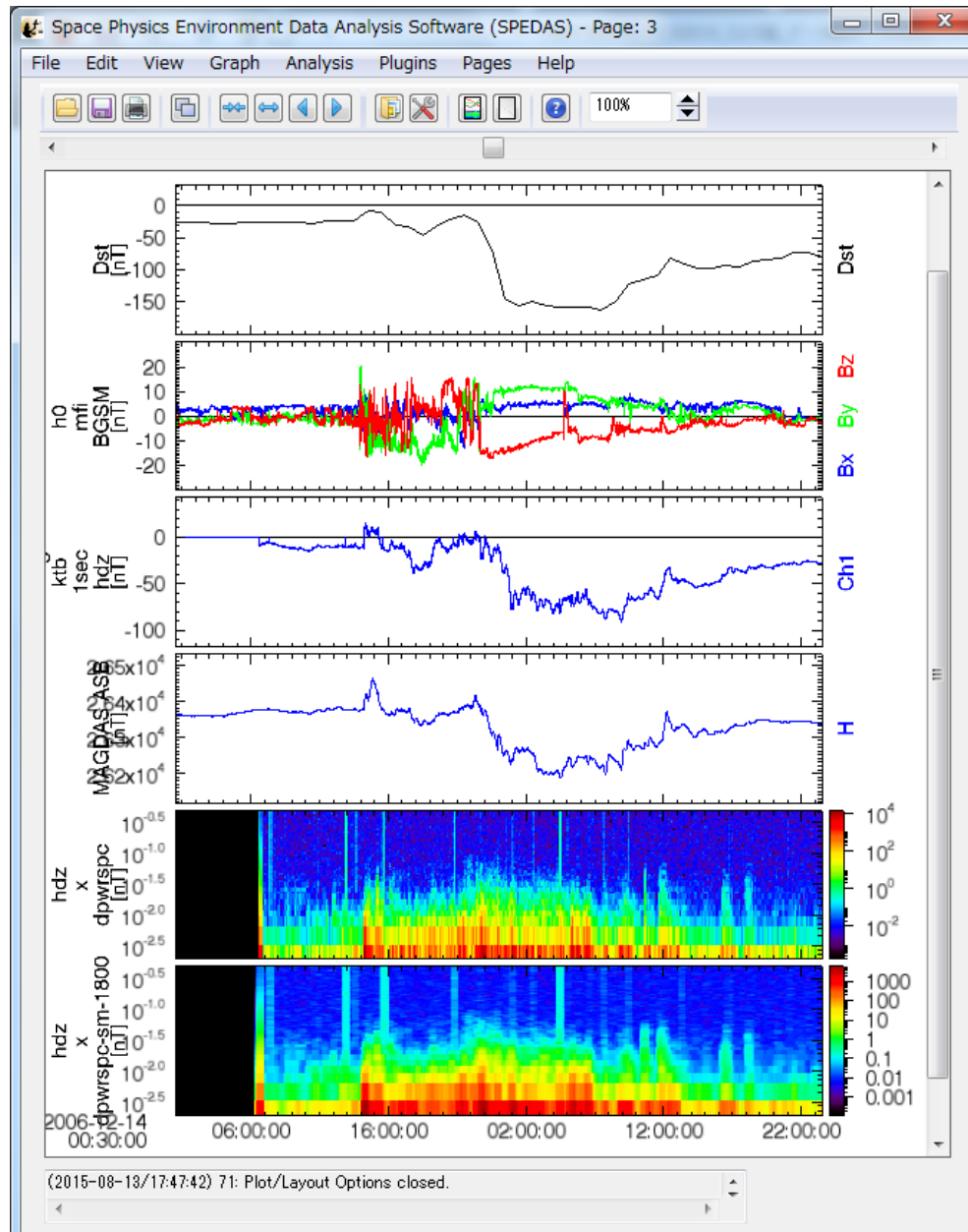
2. Specをクリック

3. Addをクリック

4. Dataが追加される

5. OKをクリックする

結果はこちら



# データ変数を使った演算 (Calculate)

読み込んだデータ変数に数学・統計関数を作用させたり、複数のデータ変数を組み合わせた演算で新しいデータ変数を作ったりできる！

## 演習4:

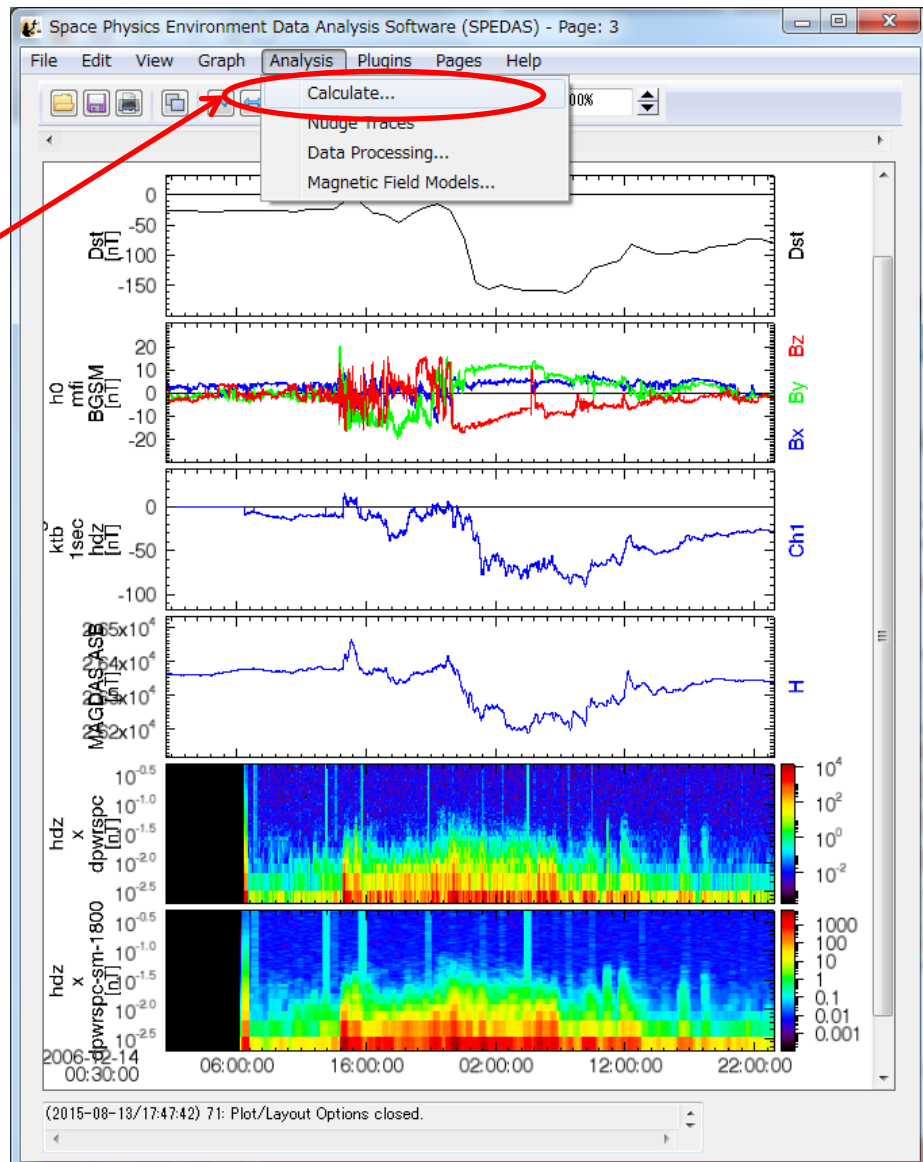
Calculate(Equation editor)を利用して、Toto Tabang地磁気水平成分を求める。

### 1. メニューから

**Analysis – Calculate...**  
を選択

Data Processingに必要な解析手法がない場合は、Calculateが便利。

読み込んだデータ変数に数学・統計関数を作用させたり、複数のデータ変数を使った演算で新しいデータ変数を作ることができる。



ここに新しいデータ変数を作るための演算式を組んで、下の Run をクリックすれば演算が実行される

数式を組み立てるキャンパス

数式のマテリアル

ここでは、簡単な例としてKoto Tabang地磁気のX成分とY成分の2乗和平方根  $\sqrt{X^2+Y^2}$  を計算してみる



Program: -scratch-

"mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x"

数式キャンバスにデータ変数が挿入された！

データ変数は二重引用符 ( " ) で挟むのがルール

2. 左矢印をクリック

Insert Variable:

- IUGONET
  - geomagnetic\_field\_index
    - dst
      - wdc\_mag\_dst [ 2006-12-14/00:30:00 to 2006-12-14/00:30:00 ]
      - wdc\_mag\_dst\_prov [ 2006-12-14/00:30:00 to 2006-12-14/00:30:00 ]
    - geomagnetic\_field\_fluxgate
      - asb
        - magdas\_mag\_asb [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
        - magdas\_mag\_asb-despiked [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
      - ktb
        - mm210\_mag\_ktb\_1h\_hdz [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
        - mm210\_mag\_ktb\_1min\_hdz [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
          - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_time [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
          - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
          - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_y [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
          - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_z [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]
          - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_vaxis [ 2006-12-14/00:00:00 to 2006-12-14/00:00:00 ]

Insert Function:

- log(x[,base])
- ln(x)
- exp(x[,base])
- sqrt(x)
- abs(x)
- min(x[,dim][,/nan])
- max(x[,dim][,/nan])
- mean(x[,dim][,/nan])
- median(x[,dim][,/even])
- total(x[,dim][,/nan] [,/cumu])
- count(x[,dim])
- sin(x)

Insert Operator:

- ++
- 
- 
- +
- \*
- /
- ( )

Open Save Run Clear

1. Insert Variable: の中の mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x をクリックしてハイライトさせる。\_x, \_y, \_z などの各成分が出ていない場合は、左側の + をクリックする

"save"ボタンをクリックすれば、入力した数式をテキストファイルに保存できる

上記のような材料挿入のほか、キーボードで直接数式をタイプすることもできる。

"mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_xy" =  
 $\text{sqrt}(\text{"mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x"}^2 + \text{"mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_y"}^2)$

という数式を作る (改行なし、1行で)

1. 数式ができたなら、下の Run をクリックする

2. 演算結果の mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_xy が新しいデータ変数として現れた！

3. Done をクリックして Calculate ウィンドウを閉じる

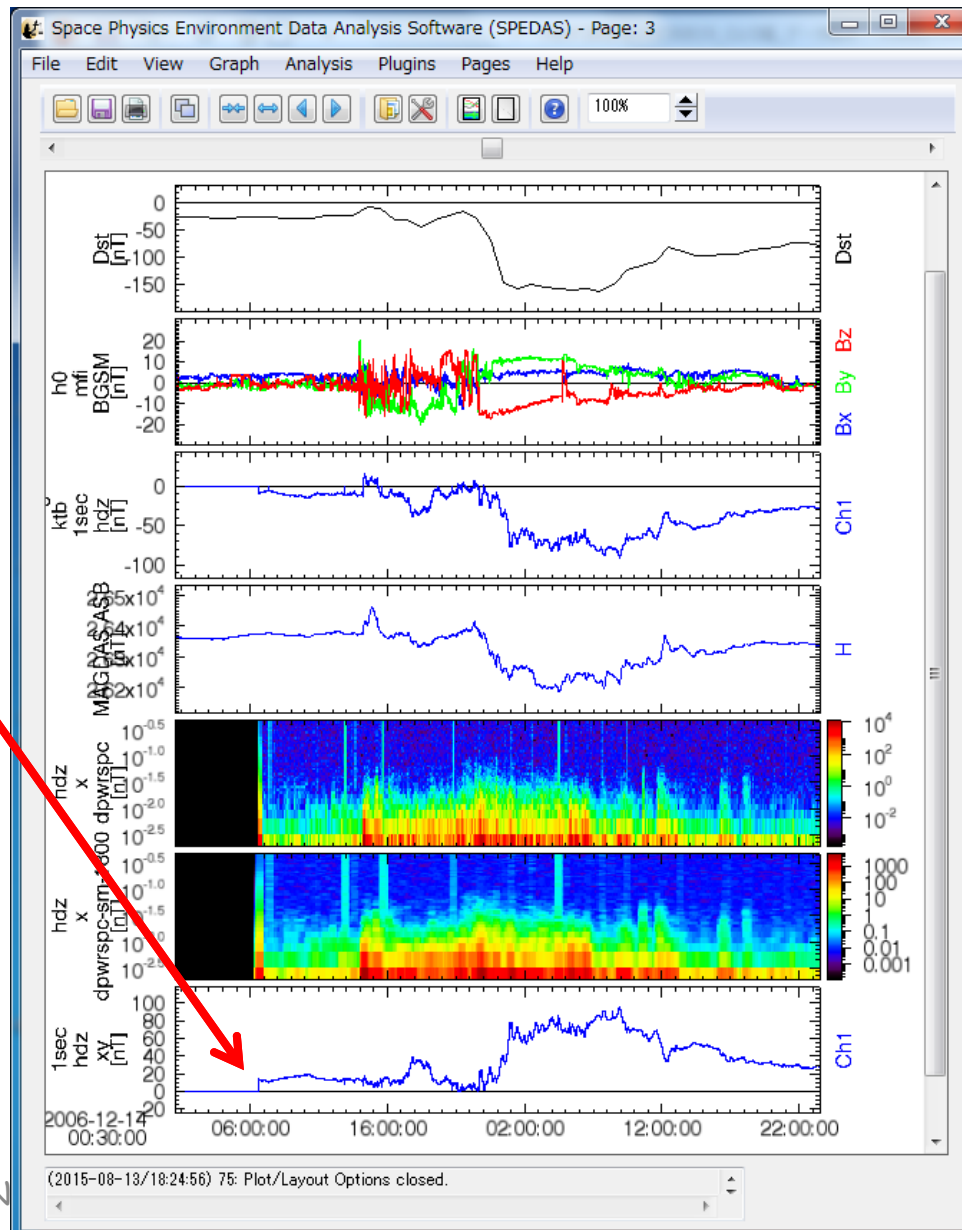


1) Add でPanel 7 を作って、2) mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_xy をハイライトさせて Line → をクリックすることで Panel 7 にこの新しく作ったデータ変数を入れる

最後に OK をクリックするとプロットされる

結果はこちら

Koto Tabang地磁気の  
水平成分の絶対値が  
プロットされた

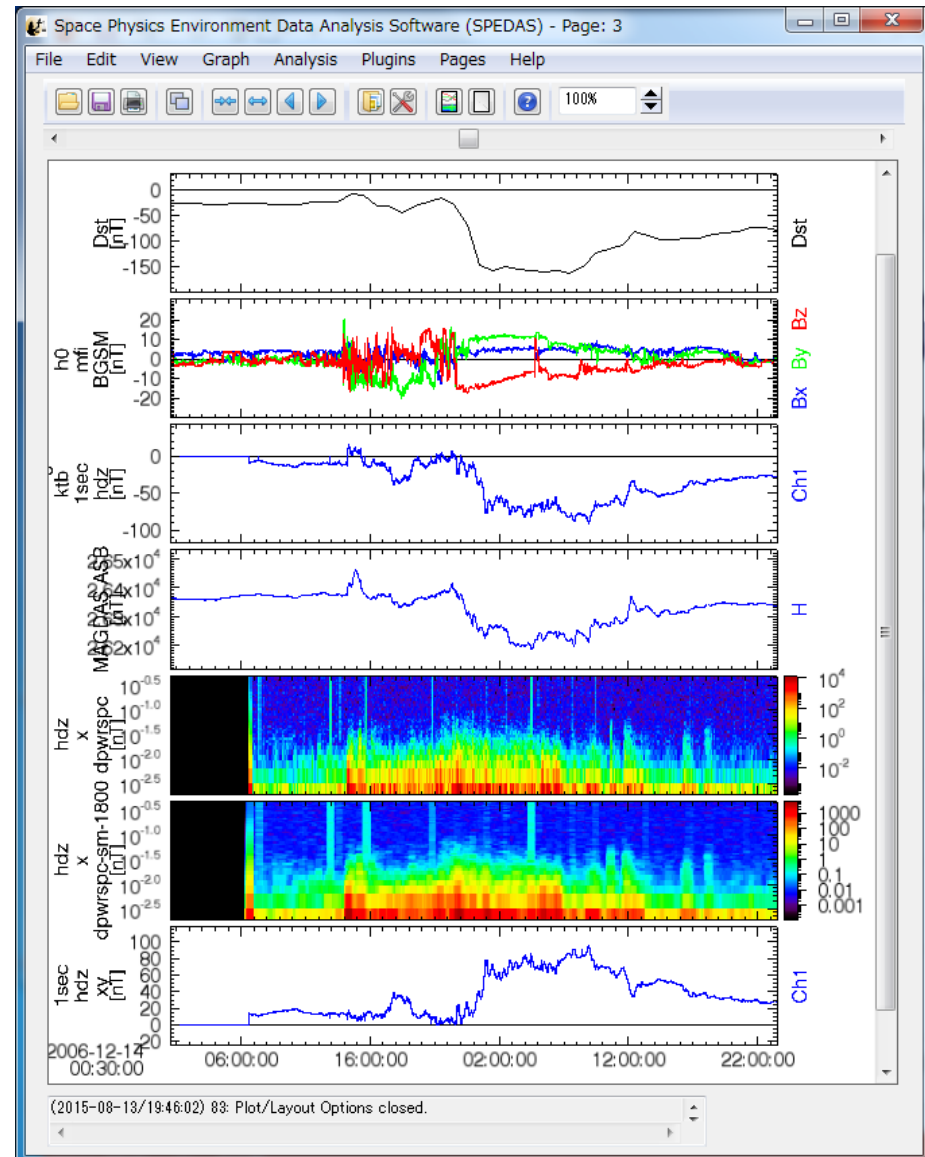


## 演習5:

パワースペクトルを周波数方向に積分して、Toto Tabang地磁気のバリエーションを求める。

パワースペクトルの積分  
= エネルギー(分散)

$$\bar{x}^2(0) = \int P(\omega) d\omega$$



Program: -scratch-

"mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_var" = total( "mm210\_r

数式キャンバスにデータ変数が挿入された！

データ変数は二重引用符 ( " ) で挟むのがルール

2. 左矢印をクリック

1. Insert Variable: 中の mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc をクリックしてハイライトさせる。

"save"ボタンをクリックすれば、入力した数式をテキストファイルに保存できる

Insert Variable:

- IUGONET
  - geomagnetic\_field\_index
    - dst
      - wdc\_mag\_dst [ 2006-12-14/00:30:00 to 2006-1-
      - wdc\_mag\_dst\_prov [ 2006-12-14/00:30:00 to 20
    - geomagnetic\_field\_fluxgate
      - asb
        - magdas\_mag\_asb [ 2006-12-14/00:00:00 to 200
        - magdas\_mag\_asb-despiked [ 2006-12-14/00:00
      - ktb
        - mm210\_mag\_ktb\_1h\_hdz [ 2006-12-14/00:00:00
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz [ 2006-12-14/00:00-
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc [ 2006-12-
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_y\_dpwrspc [ 2006-12-
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_z\_dpwrspc [ 2006-12-
        - mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_dpwrspc-sm-1800

Insert Function:

- log(x,[base])
- ln(x)
- exp(x,[base])
- sqrt(x)
- abs(x)
- min(x,[dim][,/nan])
- max(x,[dim][,/nan])
- mean(x,[dim][,/nan])
- median(x,[dim][,/even])
- total(x,[dim][,/nan]) [ /cuml
- count(x,[dim])
- sin(x)

Insert Operator:

Insert Constant:

pi e Re

0: Select item from list to add it to program.

上記のような材料挿入のほか、キーボードで直接数式をタイプすることもできる。

```
"mm210_mag_ktb_1sec_hdz_x_var" =
  total( " mm210_mag_ktb_1sec_hdz_x_dpwrspc ",2,/nan )
```

という数式を作る (改行なし、1行で)

1. 数式ができたなら、下の Run をクリックする

2. 演算結果の mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_var が新しいデータ変数として現れた！

3. Done をクリックして Calculate ウィンドウを閉じる

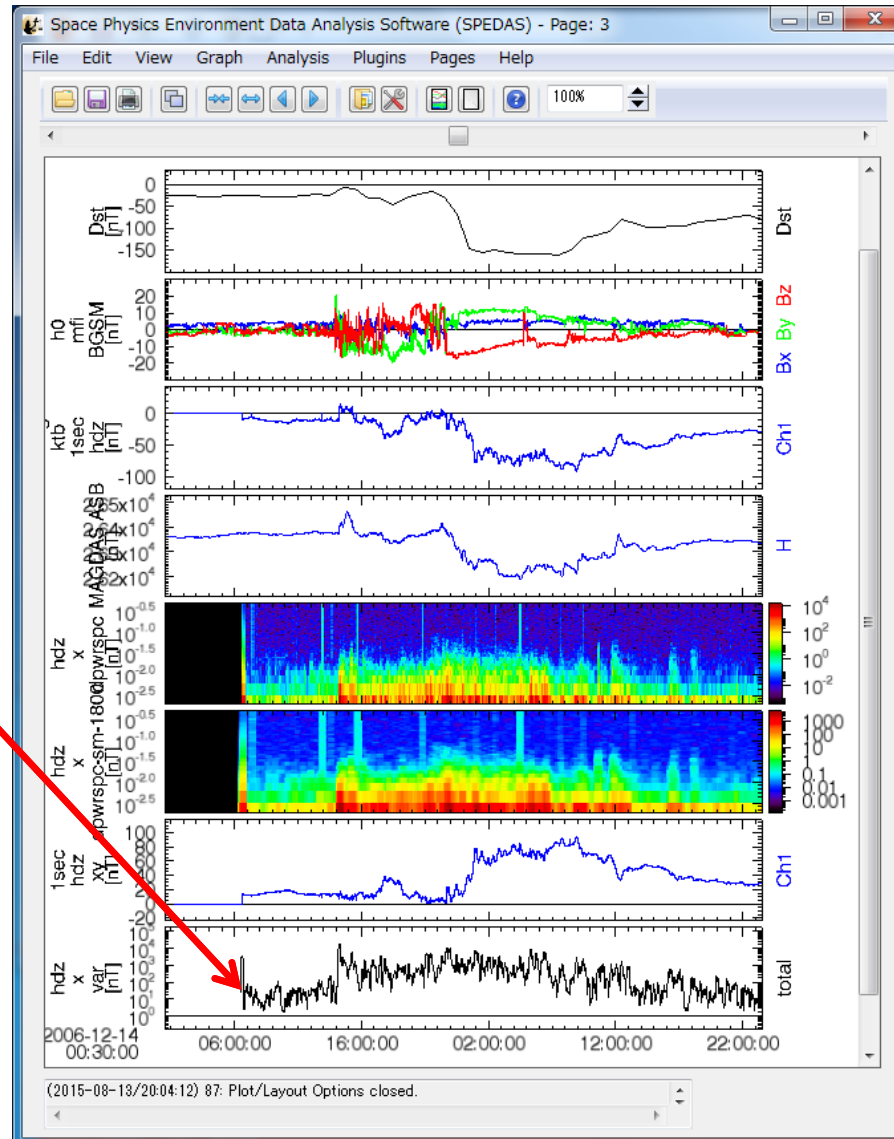


1) Add でPanel 7 を作って、2) mm210\_mag\_ktb\_1sec\_hdz\_x\_var をハイライトさせて Line → をクリックすることで Panel 8 にこの新しく作ったデータ変数を入れる

最後に OK をクリックするとプロットされる

結果はこちら

Koto Tabang地磁気の南北成分の分散値がプロットされた



## Calculateで使用可能な代表的な関数

- 1) 指数・対数関数( $\log(x)$ ,  $\ln(x)$ ,  $\exp(x)$ )
- 2) 三角・双曲線関数( $\sin(x)$ ,  $\arcsin(x)$ ,  $\sinh(x)$ ,  $\cos(x)$ ,  $\arccos(x)$ ,  $\cosh(x)$ など)
- 3) 平方根( $\text{sqrt}(x)$ )、絶対値( $\text{abs}(x)$ )
- 4) よく使われる統計関数(dim:次元・・・2次元目を使うなら、2をいれる)
  - 最大( $\text{max}(x, [\text{dim}], [/\text{nan}])$ )・・・[]は必要に応じて使う
  - 最小( $\text{min}(x, [\text{dim}], [/\text{nan}])$ )
  - 平均( $\text{mean}(x, [\text{dim}], [/\text{nan}])$ )、中央値( $\text{median}(x, [\text{dim}], [/\text{even}])$ )
  - 総和( $\text{total}(x, [\text{dim}], [/\text{nan}])$ )
  - データ数( $\text{count}(x, [/\text{dim}])$ )

## Calculateで使用可能な代表的な演算子

- 1) 四則演算(+, -, \*, /)、累乗(^), 2) 大小関係(eq, ge, gt, le, lt)
- 3) 条件判定(and, or, &&, ||), 4) 行列演算(#, ##)
- 5) 剰余(mod)