

2009年成層圏突然昇温イベントの データ解析 流星レーダーデータ解析講習

担当：新堀淳樹(京大RISH)



- (1) 地球大気の鉛直構造とその観測測器
- (2) 京大生存研の保有する流星・MFレーダーについて
 - コタバン流星レーダー
 - パンプク流星レーダー
- (3) 熱圏・中間圏データの総合解析演習
 - 基礎編：解析ソフト(UDAS)を用いたプロットの作成
 - 応用編：他のデータセットとの統合解析

＜本講習会の目指すところ＞

1. IUGONETプロジェクトで開発したプロダクト(メタデータデータベース、解析ソフトウェア(UDAS))を太陽地球科学分野に属する研究者・学生に、この講習会を通じて実際に触れてもらうことによって、**その便利さや凄さを実感**してもらう。
2. 利用者を増やすことによって、これらの**プロダクトの弱点を指摘**してもらい、今後の開発過程の参考要素として取り組む。

3. 成果物の増産

多くの研究者がIUGONETのプロダクトを利用することで、太陽地球系の多様な研究が促進されれば、**我々開発者の成果だけでなく、各機関のデータ提供もとの成果**にもなる

なお、この講習会で取り上げた題材で皆さんを共著に入れた論文が仕上がれば上出来である



3. 京大生存研の保有する流星・MFレーダー

<インドネシアのMF、流星レーダー群>

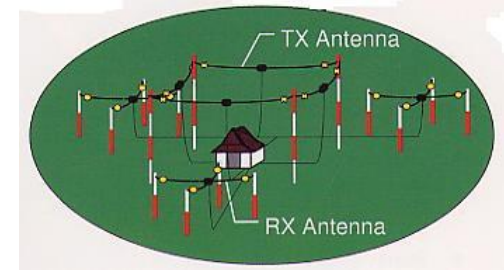
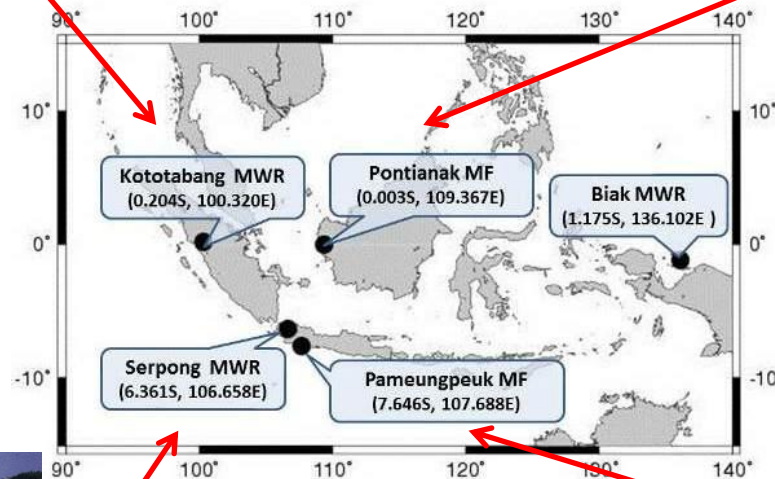


**Meteor radar
Kototabang (2002-)**



**MF radar
Pontianak (1995-)**

**Regional network in
Indonesia (1992-)**
流星レーダー
(Jakarta, Koto Tabang)
MFレーダー
(Pontianak,
Pameungpeuk)



**Meteor radar
Jakarta (1992-1999)**
MF radar



**MF radar
Pameungpeuk (2004-)**

<コタババン流星レーダーについて>



コタババン流星レーダーの諸元

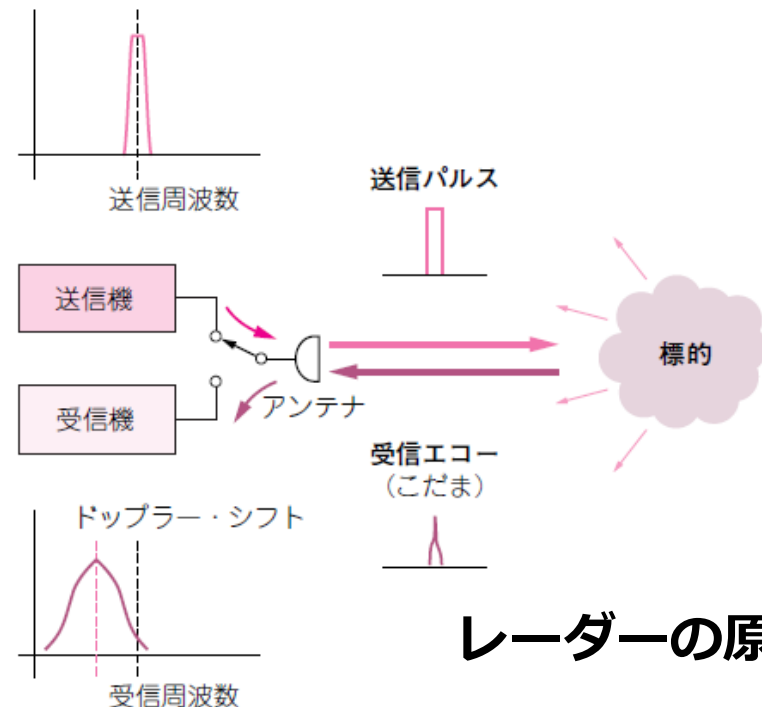
位置: 東経100.320度、南緯0.204度、
海拔865m

中心周波数: 37.7 MHz

送信出力: 12 kW

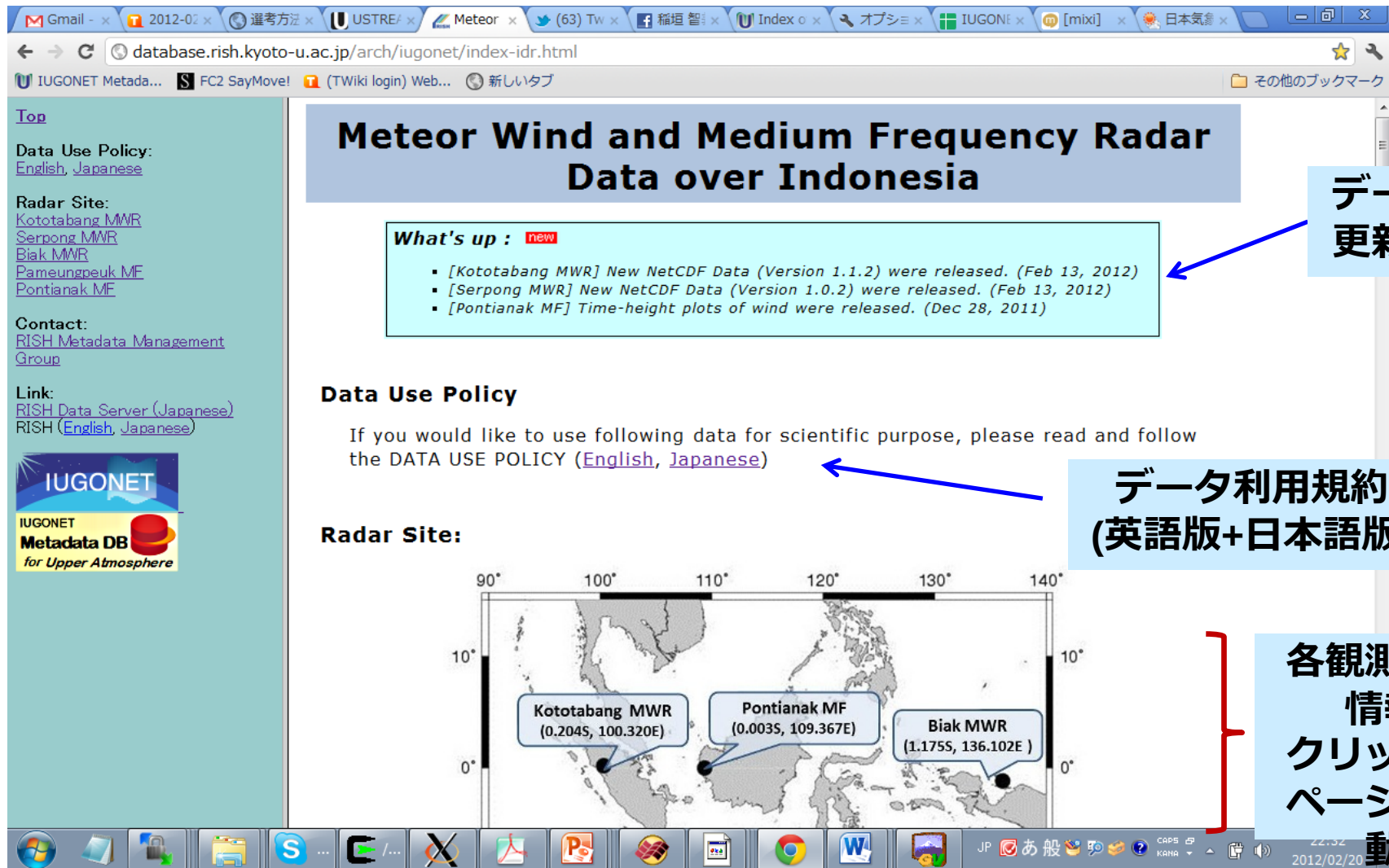
観測高度: 70km-110km (中間圏・
下部熱圏風速)

5本のアンテナの干渉計で全天の流星飛跡の方向を計測し、その動きから中性風を導出



レーダーの原理図

<インドネシアMF・流星レーダーのデータベース>



Meteor Wind and Medium Frequency Radar Data over Indonesia

What's up : new

- [Kototabang MWR] New NetCDF Data (Version 1.1.2) were released. (Feb 13, 2012)
- [Serpong MWR] New NetCDF Data (Version 1.0.2) were released. (Feb 13, 2012)
- [Pontianak MF] Time-height plots of wind were released. (Dec 28, 2011)

Data Use Policy

If you would like to use following data for scientific purpose, please read and follow the DATA USE POLICY ([English](#), [Japanese](#))

Radar Site:

Kototabang MWR (0.204S, 100.320E)

Pontianak MF (0.003S, 109.367E)

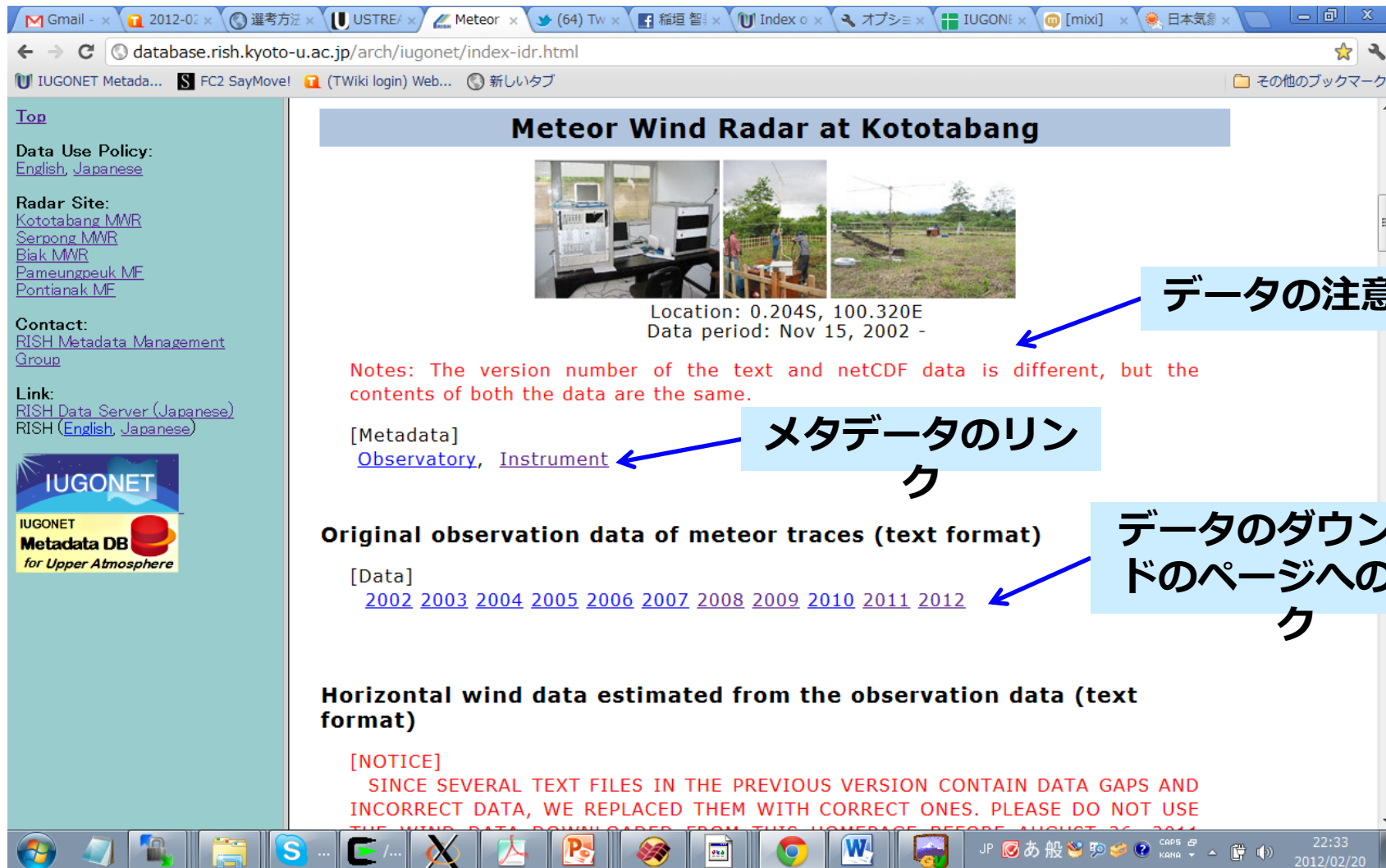
Biak MWR (1.175S, 136.102E)

データの更新情報

データ利用規約
(英語版+日本語版)

各観測点の情報
クリックで
ページに移動

<インドネシアMF・流星レーダーのデータベース>



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Meteor Wind Radar at Kototabang' website. The browser's address bar shows the URL: database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/iugonet/index-idr.html. The website has a light blue header with the title 'Meteor Wind Radar at Kototabang'. Below the title are three small images: a computer monitor, a person operating a radar, and the radar structure itself. The location is given as '0.204S, 100.320E' and the data period as 'Nov 15, 2002 -'. There are several blue callout boxes with arrows pointing to specific parts of the page: 'データの注意事項' (Data Precautions) points to the 'Notes' section; 'メタデータのリンク' (Metadata Link) points to the 'Metadata' section; 'データのダウンロードのページへのリンク' (Link to the data download page) points to the 'Original observation data' section. The left sidebar contains links for 'Data Use Policy', 'Radar Site', 'Contact', and 'Link'. The bottom of the page has a notice about data gaps and corrections.

データの注意事項

Notes: The version number of the text and netCDF data is different, but the contents of both the data are the same.

メタデータのリンク

[Metadata]
[Observatory](#), [Instrument](#)

データのダウンロードのページへのリンク

Original observation data of meteor traces (text format)

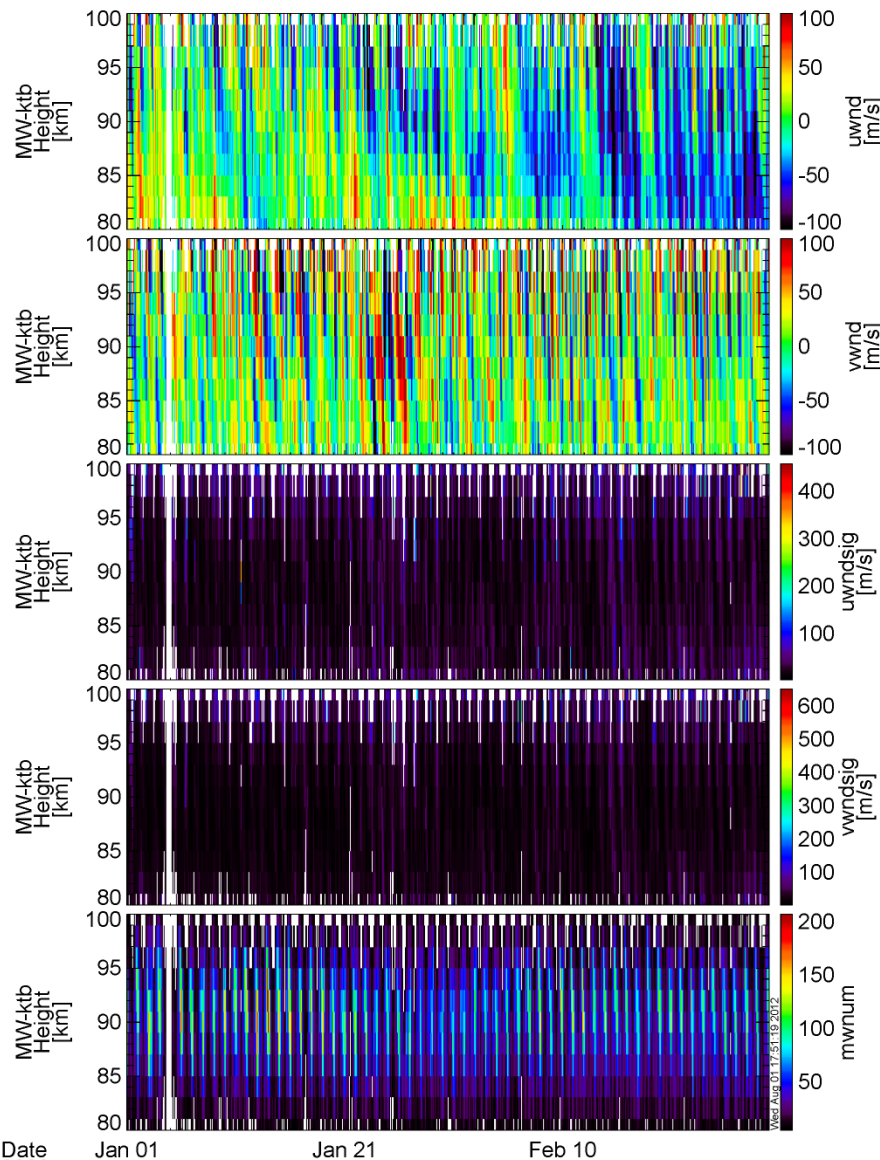
[Data]
[2002](#) [2003](#) [2004](#) [2005](#) [2006](#) [2007](#) [2008](#) [2009](#) [2010](#) [2011](#) [2012](#)

Horizontal wind data estimated from the observation data (text format)

[NOTICE]
 SINCE SEVERAL TEXT FILES IN THE PREVIOUS VERSION CONTAIN DATA GAPS AND INCORRECT DATA, WE REPLACED THEM WITH CORRECT ONES. PLEASE DO NOT USE THE WIND DATA DOWNLOADED FROM THIS HOMEPAGE BEFORE AUGUST 26, 2014.

2012年7月29日までのデータが利用可(8月1日現在)

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]



コタバン流星レーダー観測から得られた熱帯域の熱圏下部の風速の高度時間プロットの作成

日時: 2009/01/01-2009/04/01

観測高度範囲: 80-100 km

時間分解能: 1時間

1段目: 東西風

2段目: 南北風

3段目: 東西風の分散

4段目: 南北風の分散

5段目: 流星数

下部熱圏(80-100 km)の南北成分において**2日波**が観測されている

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(1) コタバン流星レーダーデータ解析-1

●日時を指定して高度-時間プロットを作成する-1

```
> timespan, '2008-12-1',121, /day
```

(2008/12/01から121日分のデータの日時指定)

```
> iug_load_meteor_rish, site = 'ktb', parameter = 'h2t60min00', length =  
'1_month'
```

流星レーダーの観測点は、‘ktb’以外にも‘srp’が選択可能

パラメタは、4つ選択可で、‘h2t60min00’以外にも‘h2t60min00’、
‘h2t60min30’、と‘h4t60min30’が選択可能

length : 1日ファイル→ ‘1_day’、 1ヶ月ファイル→ ‘1_month’

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(1) コタバン流星レーダーデータ解析-1

●日時を指定して高度-時間プロットを作成する-2

> **tplot_names** (tplot変数名の確認)

風速2成分とその分散、流星痕のtplot変数がロードされていることを確認

なお、キーワード'/ verbose'をくわえて、tplot_names,1,/verbose とすれば、選択したtplot変数の中身が表示される。

> **tplot**, 'tplot変数名'

⇒指定したtplot変数のデータのプロットが出力される。

※複数のプロットをしたい場合は、以下のようにする。

> **tplot**, ['tplot1', 'tplot2',...]

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(2) コタババン流星レーダーデータ解析-2

●簡単な解析の演習

> **zlim**, 'tplot変数名', 最小値、最大値 (カラーバー範囲変更)

例えば、東西風速のコンター範囲を-100から100m/sまでの範囲に変えたい場合、**tplot変数名のところに東西風速を表すtplot変数名を、最小、最大のところに、-100, 100**をそれぞれいれればよい。

(ex. > **zlim**, 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00', -100, 100)

> **ylim**, 'tplot変数名', 最小値、最大値(y軸の範囲変更)

例えば、東西風速の高度80－100kmの熱圏下部の部分に拡大したい場合は、**tplot変数名のところに東西風速を表すtplot変数名を、最小、最大のところに、80, 100**をそれぞれいれればよい。(他も同様)

(ex. > **ylim**, 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00', 80, 100)

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(2) コタババン流星レーダーデータ解析-2

●簡単な解析の演習

> **tsmooth_in_time**, 'tplot変数名', 時間(秒)

例えば、東西風速の6時間の移動平均値を求めたい場合、**tplot変数名のところに東西風速を表すtplot変数名を、時間のところに21600秒をいれる。**

このまま実行すると、入力したtplot変数名の後に' smoothed'という文字が付け加わるが、引数newnameを用いれば、お好みのtplot変数名がついたtplot変数を作成できる。

>**tsmooth_in_time**, 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00', 21600, newname = 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00_ts21600'

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(3) コタババン流星レーダーデータ解析-3

●簡単な解析の演習

> **tlimit**, 'tplot変数名', 開始日時、終了日時 (時刻範囲変更)

(ex. > tlimit, '2009-01-01', '2009-03-01')

例えば、得られているプロットの図に対して、横軸の時刻範囲を2009年1月1日から2009年3月1日に拡大したい場合、このコマンドを用いる。

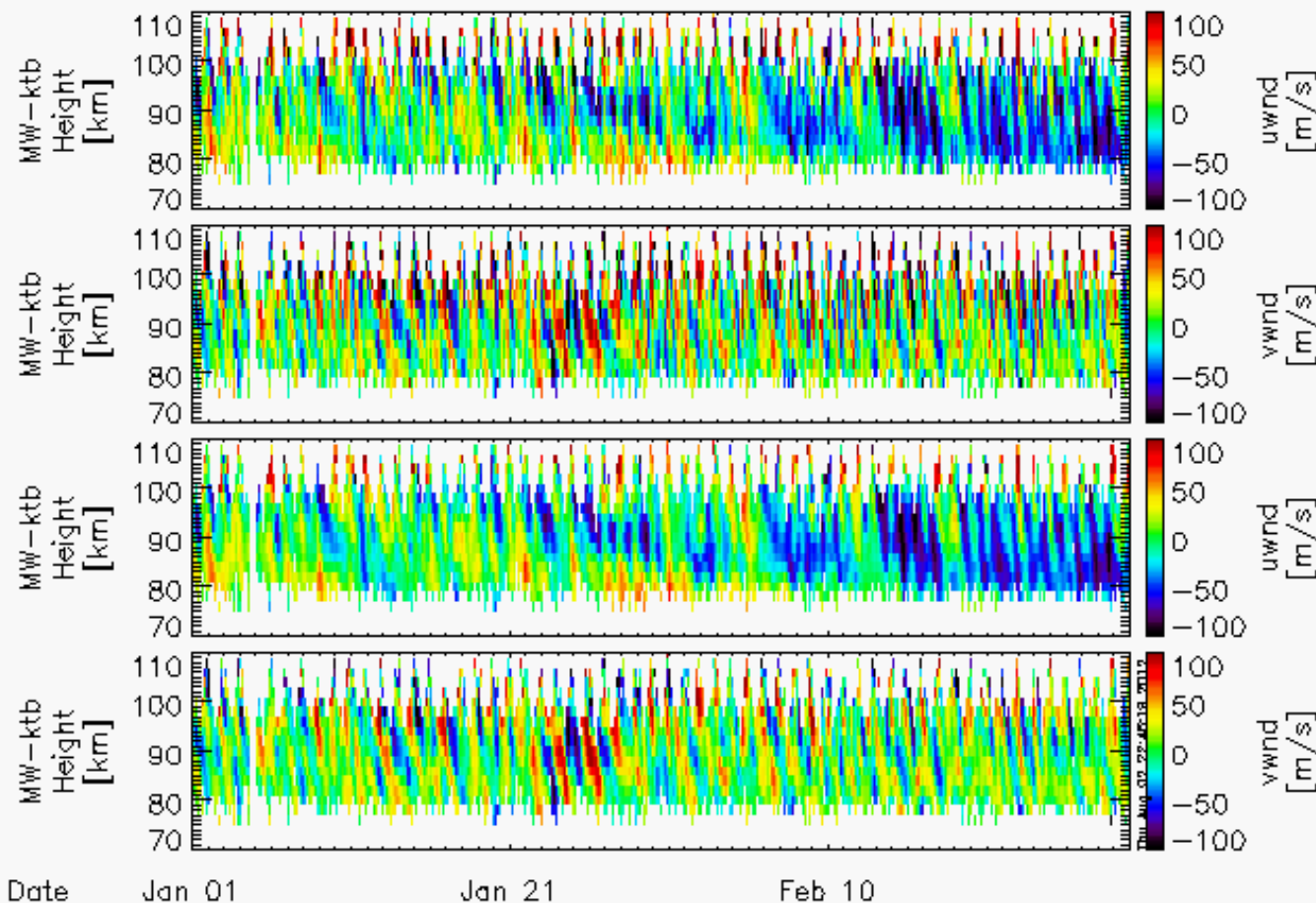
自分の好きな箇所を拡大したい場合は、tlimitだけを打つと、プロットにカーソルを持ってくると、**十字の線が現れるので、各々のところで、右クリックをすれば、その時刻の拡大図が出来上がる。**

zlim等でカラーバーの範囲をあらかじめ設定しておくと、時刻を拡大した時に、その範囲が自動で設定されなくなる。

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(3) コタババン流星レーダーデータ解析-3

●簡単な解析の演習



東西風

南北風

東西風(移動平均)

南北風(移動平均)

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(4) 解析やプロットに必要なtplot変数群

iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00

iug_meteor_ktb_vwnd_h2t60min00

iug_meteor_ktb_uwndsig_h2t60min00

iug_meteor_ktb_vwndsig_h2t60min00

iug_meteor_ktb_mwnum_h2t60min00

※上から順に、東西、南北風、それらの分散、及び風速を導出するのに用いた流星数である

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題1]

(5) 解析後のプロット等の保存

●作成したプロットをpsやpngファイル等へ保存

[psファイルへの保存]

> **popen**, '保存するファイル名'

ex. popen, 'test'

> **tplot**> **pclose**

[pngファイルへの保存]

> **makepng**, '保存するファイル名'

ex. makepng, 'test'

●数値データの保存

[tplot形式で保存]

> **tplot_save**, 'tplot変数名',
filename='**'

ex. tplot_save, '**', filename= '**'

[テキストファイルへの保存]

➤ **tplot_ascii**, 'tplot変数名'

➤ ex. tplot_ascii, '***'

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(1) 高度別の時系列プロットの作成

●簡単な解析の演習

> **split_vec**, 'tplot変数名'

例えば、東西風速の各高度毎に分けたtplot変数を作成したい場合、**tplot変数名のところに東西風速を表すtplot変数名**をいれる。

このまま実行すると、入力したtplot変数名の後に'_'**という番号が付け加わったtplot変数名が生成される。

>**split_vec**, 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00'

※このパラメタの場合、高度70-110kmまでの範囲に2km毎にデータが並んでいるので、tplot変数名の最後の数字からどの高度かの見当がつく。

高度 = 70 + 番号*2

例えば、90 kmの場合は、'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00_10'のtplot変数名のデータとなる

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(1) 高度別の時系列プロットの作成

●やや高度な解析の演習

> **options**, 'tplot変数名', 'spec', 0

このままでは、コンタープロット用のオプションが指定されているので、**時系列プロットしたいtplot変数名**について、上記のコマンドを行う。

ex) options, 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00_9', 'spec', 0

ここでは、88-92kmのデータを解析するので、最後の番号が**9, 10, 11**であるtplot変数について行う。

> **ylim**, 'tplot変数名', -100, 100

> **tlimit**, '2008-12-20', '2009-02-22'

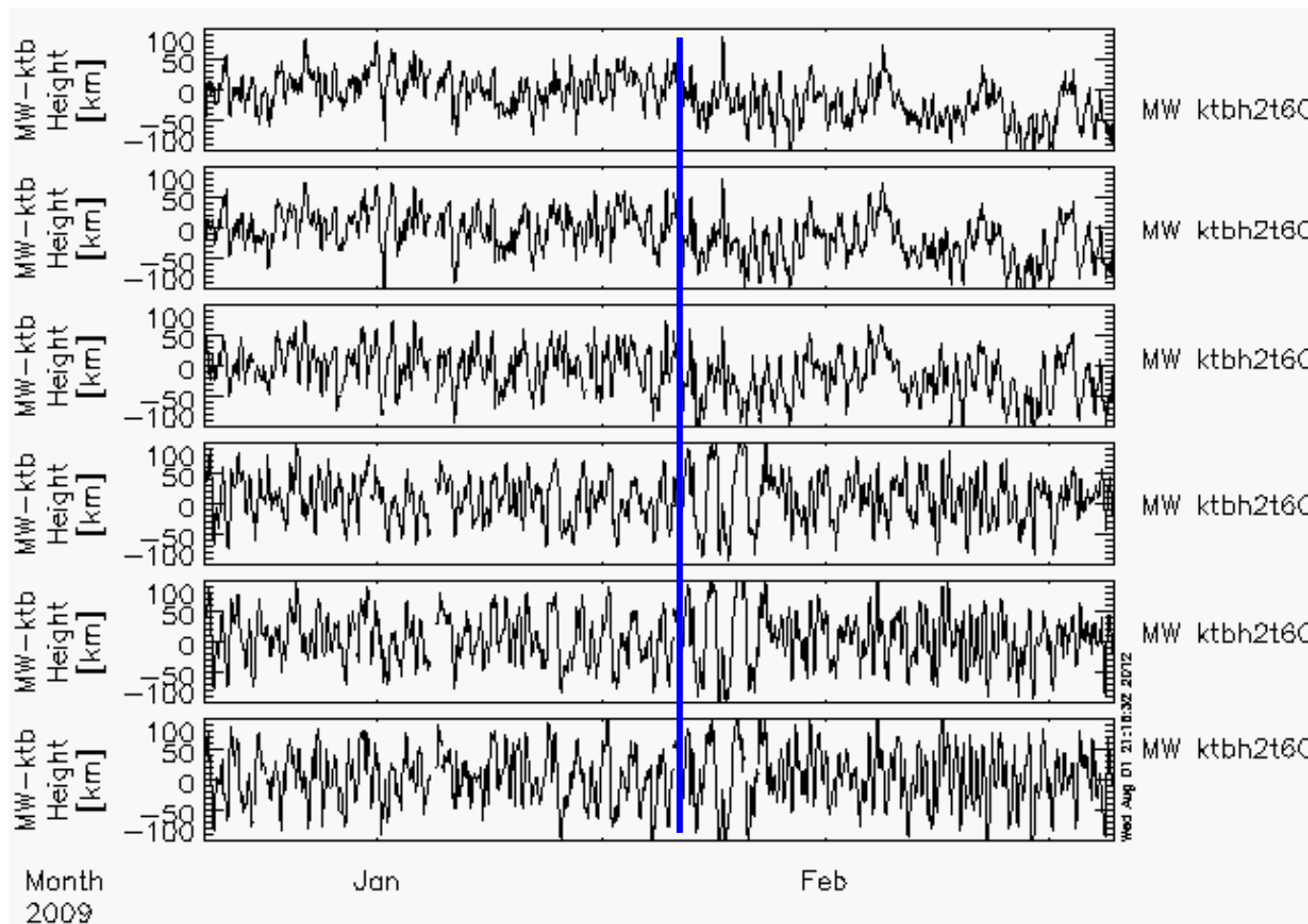
> **tplot**, 'tplot変数名'

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(1) 高度別の時系列プロットの作成

●プロット結果

SSW



東西風88 km

東西風90 km

東西風92 km

南北風88 km

南北風90 km

南北風92 km

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(2) 高度別の時系列データの周波数解析

● やや高度な解析の演習

> **tdeflag**, 'tplot変数名', 'repeat'

このままでは、欠損値(NaN)がデータの中に入っているため、周波数解析が行えない。そこで、tdeflagコマンドを使用して、時系列データの**欠損値処理**を行う。

; method = set to "repeat", this will repeat the last good value.

; set to "linear", then linear interpolation is used, but for the edges, the closest value is used, there is no extrapolation.

ex) **tdeflag**, 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00_10', 'repeat'

これによって生成されるtplot変数名は、最後に"_deflag"という文字がくっついてくる。tplot_namesコマンドで確認してみるとよい。

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(2) 高度別の時系列データの周波数解析

●やや高度な解析の演習

> **tpwrspc**, 'tplot変数名', trange = [開始時刻, 終了時刻]

tdeflagコマンドを用いて欠損値処理したデータについて、fftをかけてパワースペクトルを求める。これには、tpwrspcというコマンドがtdasにはあるので、それを使う。このとき、**引数trangeを用いてデータの時間指定を行なえる。**

ex) **tpwrspc**, 'iug_meteor_ktb_uwnd_h2t60min00_10_deflag', trange = ['2008-12-20', '2009-1-21']

これによって生成されるtplot変数名は、最後に“_pwrspc”という文字がくっついてくる。tplot_namesコマンドで確認してみるとよい。

ただし、今回はSSW前後の周波数スペクトルを見たいので、**newname**の引数を入れて、**新しいtplot変数名とする。**

詳しくは、コマンド集を参照。

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(2) 高度別の時系列データの周波数解析

●やや高度な解析の演習

> **get_data**, 'tplot変数名', data = 保存したいIDL変数名

スペクトルデータの入ったtplot変数について、IDL変数に変換し、得られたパワースペクトルをプロットする。

ex) **get_data**, 'before_SSW_u_90', data = b_SSW_u_90

ここで得られる変数は、(x,y)からなる構造体変数なので、それぞれの成分を取り出すには、b_SSW_u_90.x (x成分) or b_SSW_u_90.y (y成分)とすればよい

> **plot**, b_SSW_u_90.x, b_SSW_u_90.y

縦軸、横軸の設定もオプションでできる

ex) **plot**, b_SSW_u_90.x, b_SSW_u_90.y, /xlog, xtitle = 'Frequency [Hz]', ytitle = 'Power spectrum [(m/s)^2/Hz]', title = 'Zonal component', yrange = [0, 400000000]

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(2) 高度別の時系列データの周波数解析

●やや高度な解析の演習

> !P.Multi = [0, 1, 2]

ひとつのwindowに複数のグラフをプロットするおまじない

!P.Multi(0) 1 ページに残されるプロットの数。

!P.Multi(1) 1 ページの縦列の数。

!P.Multi(2) 1 ページの横列の数。

> plot, b_SSW_u_90.x,b_SSW_u_90.y,/xlog,xtitle =
'Frequency [Hz]',ytitle = 'Power spectrum [(m/s)^2/Hz]',
title = 'Zonal component',yrange =[0,400000000]

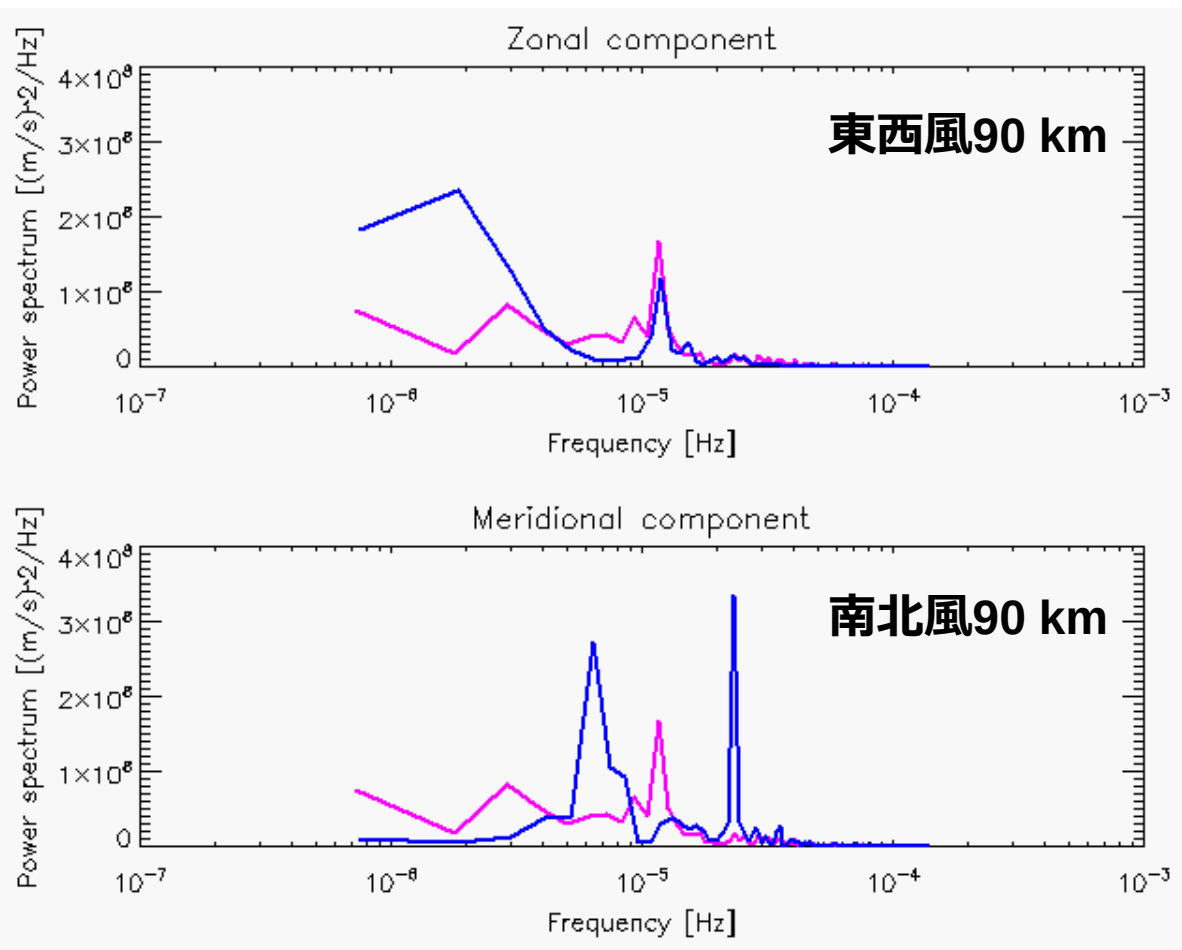
oplot, b_SSW_u_90.x,b_SSW_u_90.y, color =1,thick=2

oplot, a_SSW_u_90.x,a_SSW_u_90.y, color =2,thick=2

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(2) 高度別の時系列データの周波数解析

● やや高度な解析の演習



桃色 : SSW前

2008/12-20-2009/01/21

青色 : SSW後

2009/01-21-2009/02/21

東西成分

南北成分

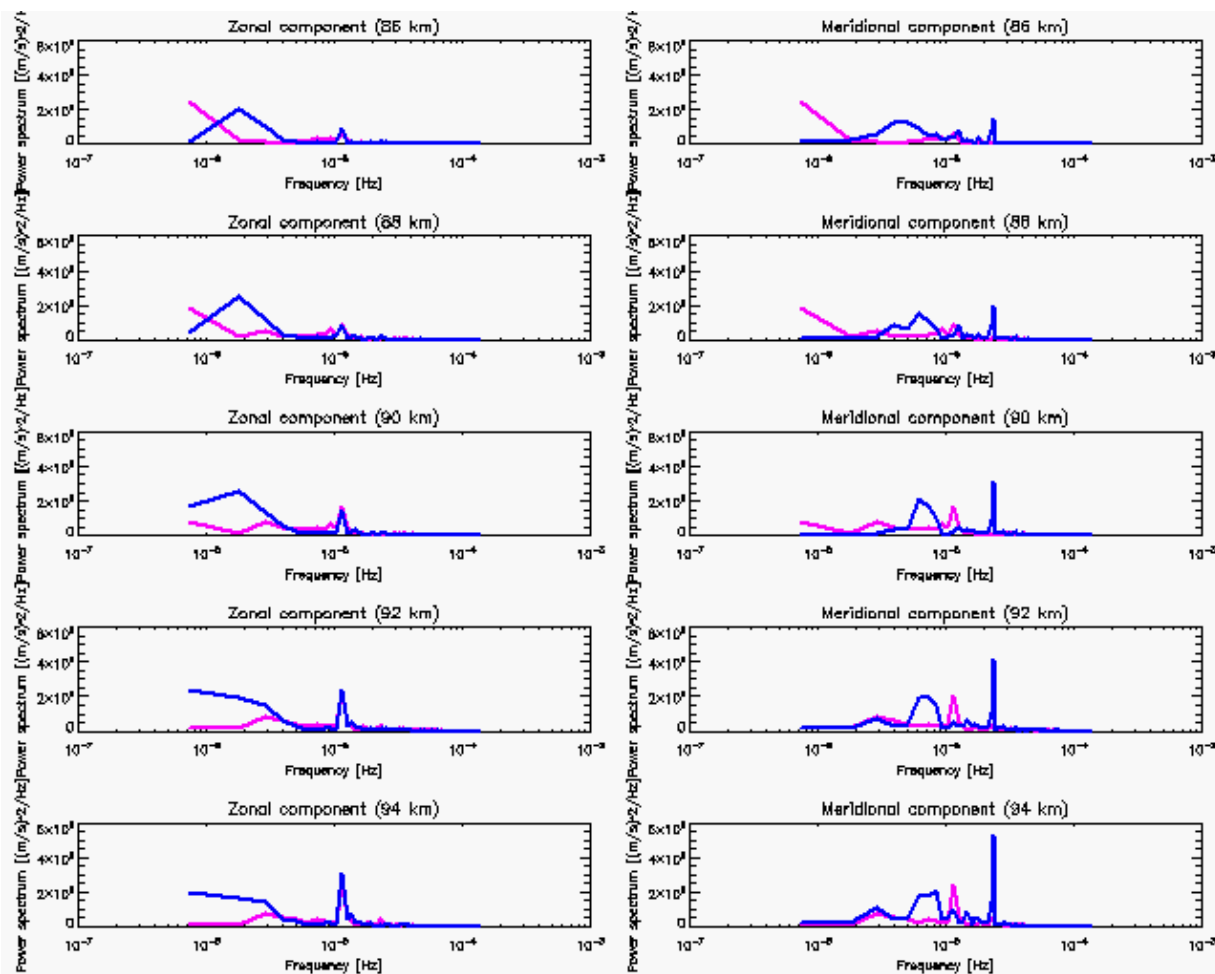
2日波と半日潮汐波の励起

1日潮汐波の消失

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [基礎課題2]

(2) 高度別の時系列データの周波数解析

● やや高度な解析の演習

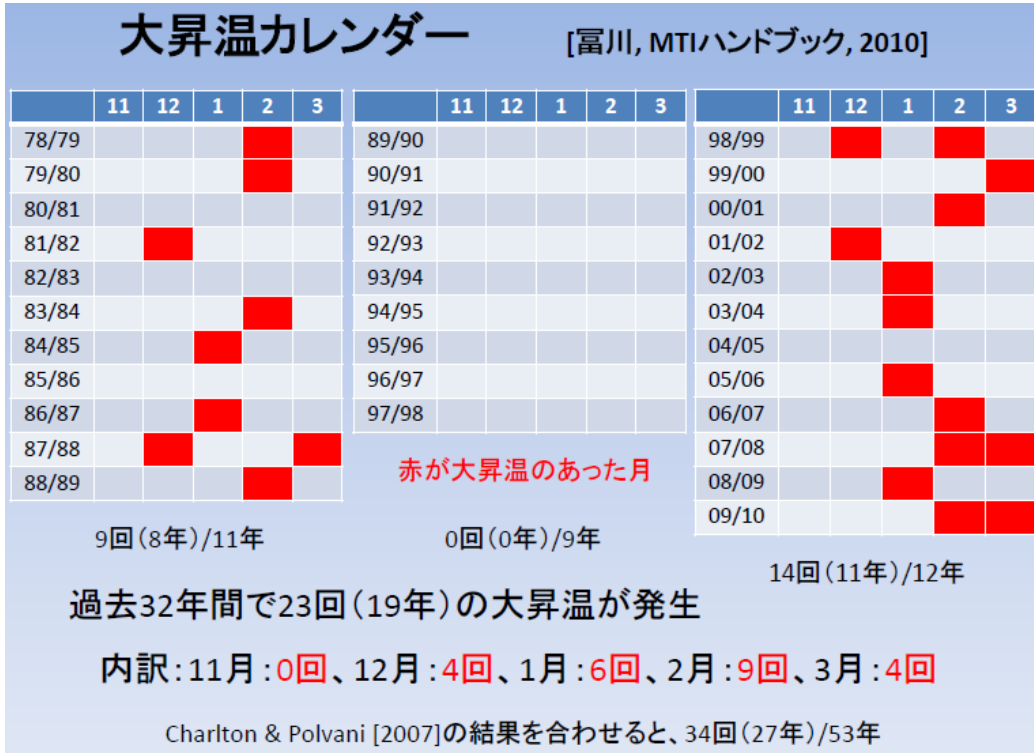


高度86-94kmの範囲で2km毎の東西、南北風速のスペクトル図を作成する。

これまでの作業を繰り返し行えばよいが、コマンドリストをコピーして使えばはやい。

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [発展課題]

(1) 他のSSWイベントについての解析



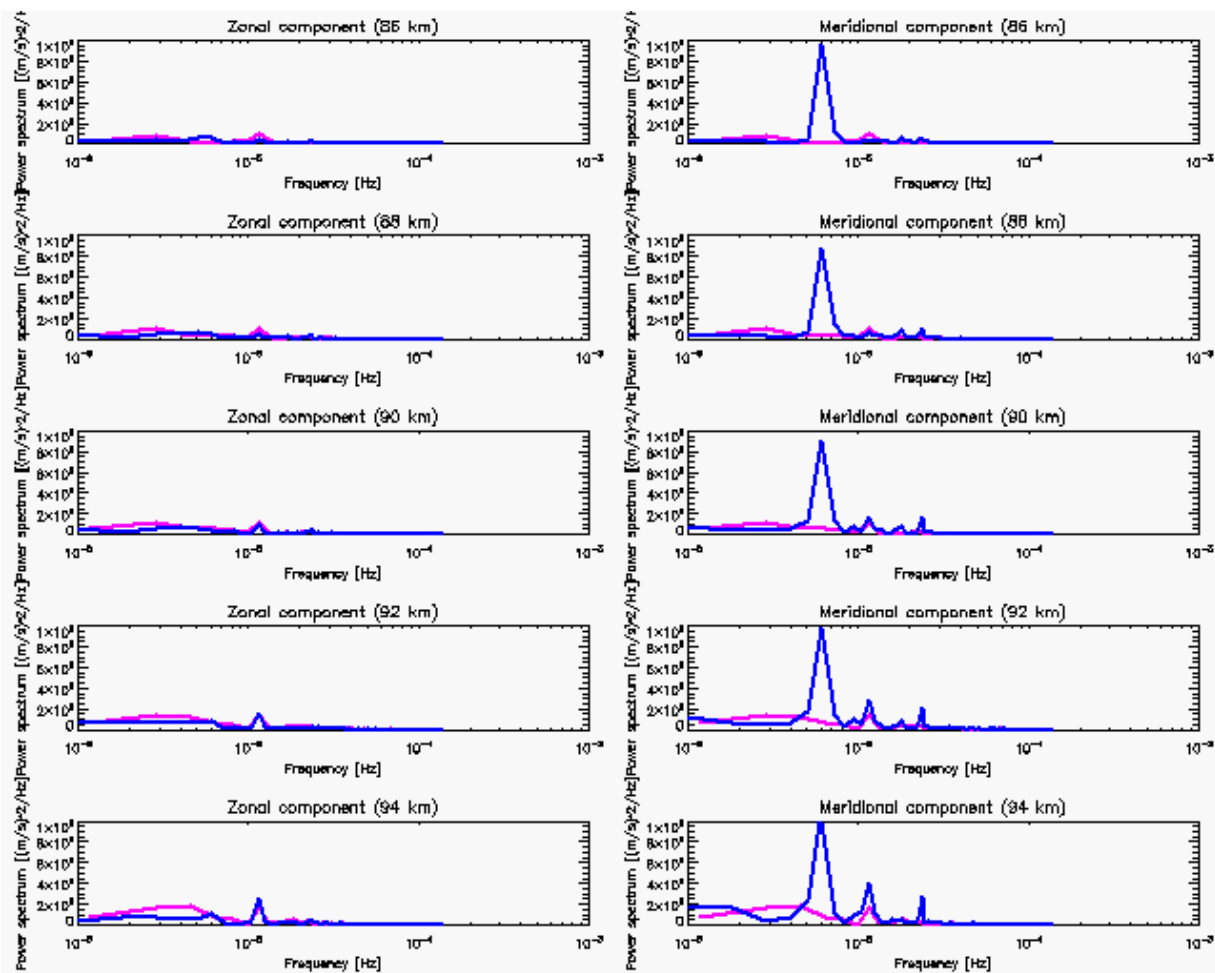
スルポンやコトタバンの流星レーダーを使うことにより、多くのSSWイベント解析ができる

No.	Central date (JRA-25)	Duration (days)	Classification
1	22 Feb. 1979	8	
2	29 Feb. 1980	12(3+9)	
3	4 Dec. 1981	2	early
4	24 Feb. 1984	40(5+35)	long
5	1 Jan. 1985	6	early
6	23 Jan. 1987	31(30+1)	long
7	8 Dec. 1987	9	early
8	14 Mar. 1988	11(3+8)	
9	21 Feb. 1989	30(9+21)	long
10	15 Dec. 1998	6	early
11	26 Feb. 1999	21	long
12	20 Mar. 2000	3	
13	11 Feb. 2001	13(3+10)	
14	31 Dec. 2001	3	early
15	18 Jan. 2003	1	early
16	7 Jan. 2004	9	early
17	21 Jan. 2006	26	long
18	24 Feb. 2007	4	
19	22 Feb. 2008	7	
20	14 Mar. 2008	7	
21	24 Jan. 2009	30	long

<下部熱圏・中間圏の風速データ解析> [発展課題]

(2) 2006年1月21日のSSWイベントについての解析

● やや高度な解析の演習



高度86-94kmの範囲で2km毎の東西、南北風速のスペクトル図を作成する。
南北風のスペクトルに顕著な変化が見られる

- 今回の解析講習会では、2009年1月24日に発生したSSWイベントを中心に赤道MLT領域の風速変動の統合解析演習を行った。SSW自体、極域の成層圏の現象であるが、この影響が緯度と高度方向に及んでいることを実感してもらえたと思う。
- この解析講習会を通じて、各種の分野の異なるデータの統合解析の手法とUDASの使用法を学んだわけであるが、これ以外にもIUGONETプロジェクトでは、多くの超高層観測データ(MLT領域の風速場など)の検索、解析ソフトを公開しているので、皆さんは、ドシドシ使い倒してほしい。
- 今後も解析ツールの修正や公開データの種類の増加に伴うアップデートがなされるので、IUGONETのホームページを時折、見て確認してほしい。