

宇宙科学連携拠点ERGサイエンスセンターにおける 統合解析ツール開発状況について

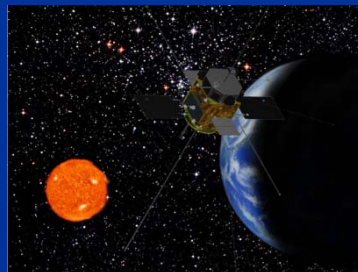
2014年度宇宙科学情報解析シンポジウム
2015年2月13日(金)
JAXA宇宙科学研究所

小路真史、三好由純、関華奈子、
堀 智昭、宮下幸長、桂華邦裕、瀬川朋紀
(名古屋大学 太陽地球環境研究所)

田中良昌 (国立極地研究所)

篠原 育 (JAXA宇宙科学研究所)

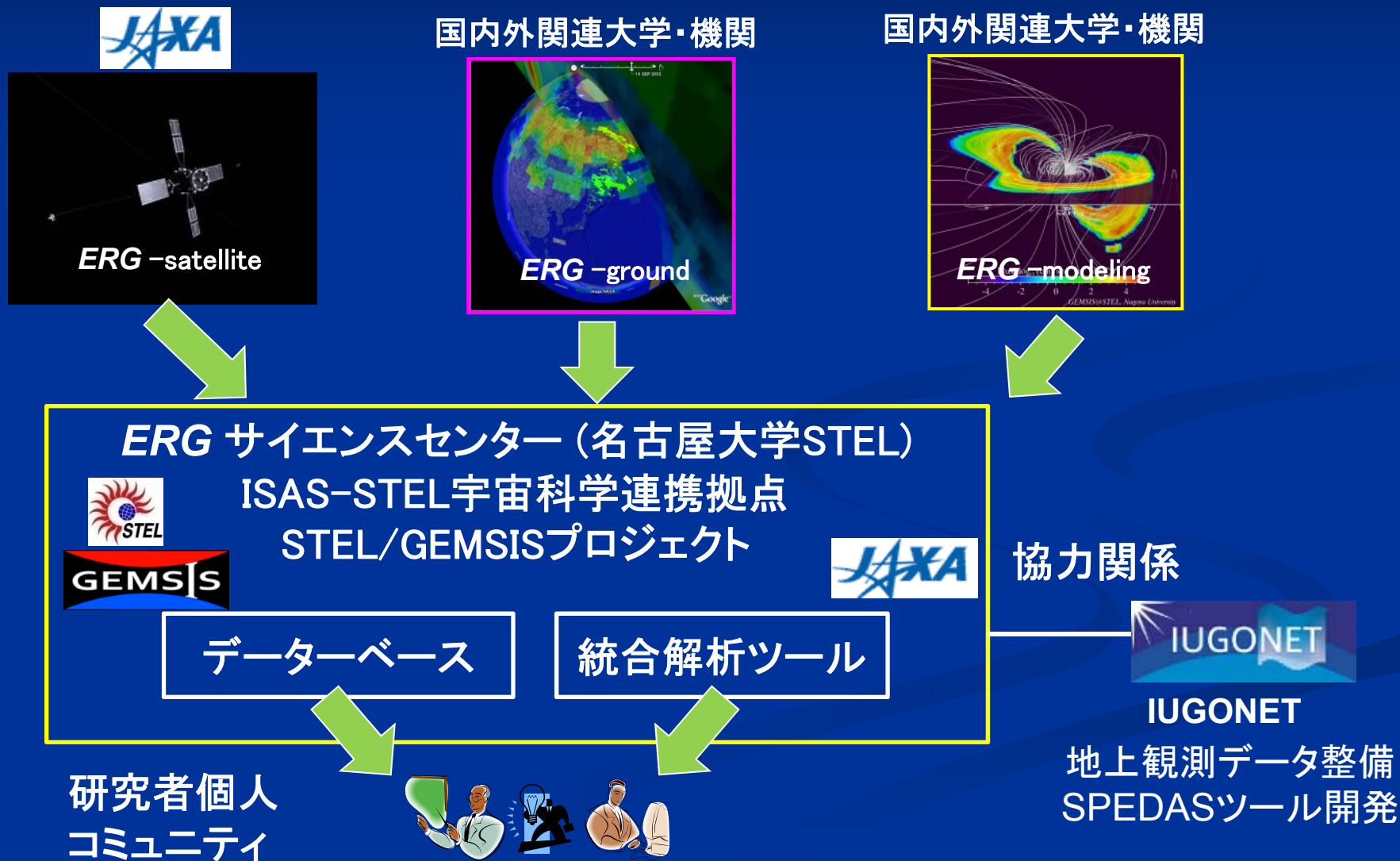
ERG サイエンスセンタータスクチーム





衛星観測 + 連携地上観測 + シミュレーション解析 = ERGプロジェクト

ERG サイエンスセンター: データ・研究成果を世界に発信
全国の研究者のハブ的な機能を担いつつ主体となって推進



米国磁気圏ミッションTHEMISの解析ツール: SPEDAS

ERG Science
Center

- **データ処理ツールSPEDAS**

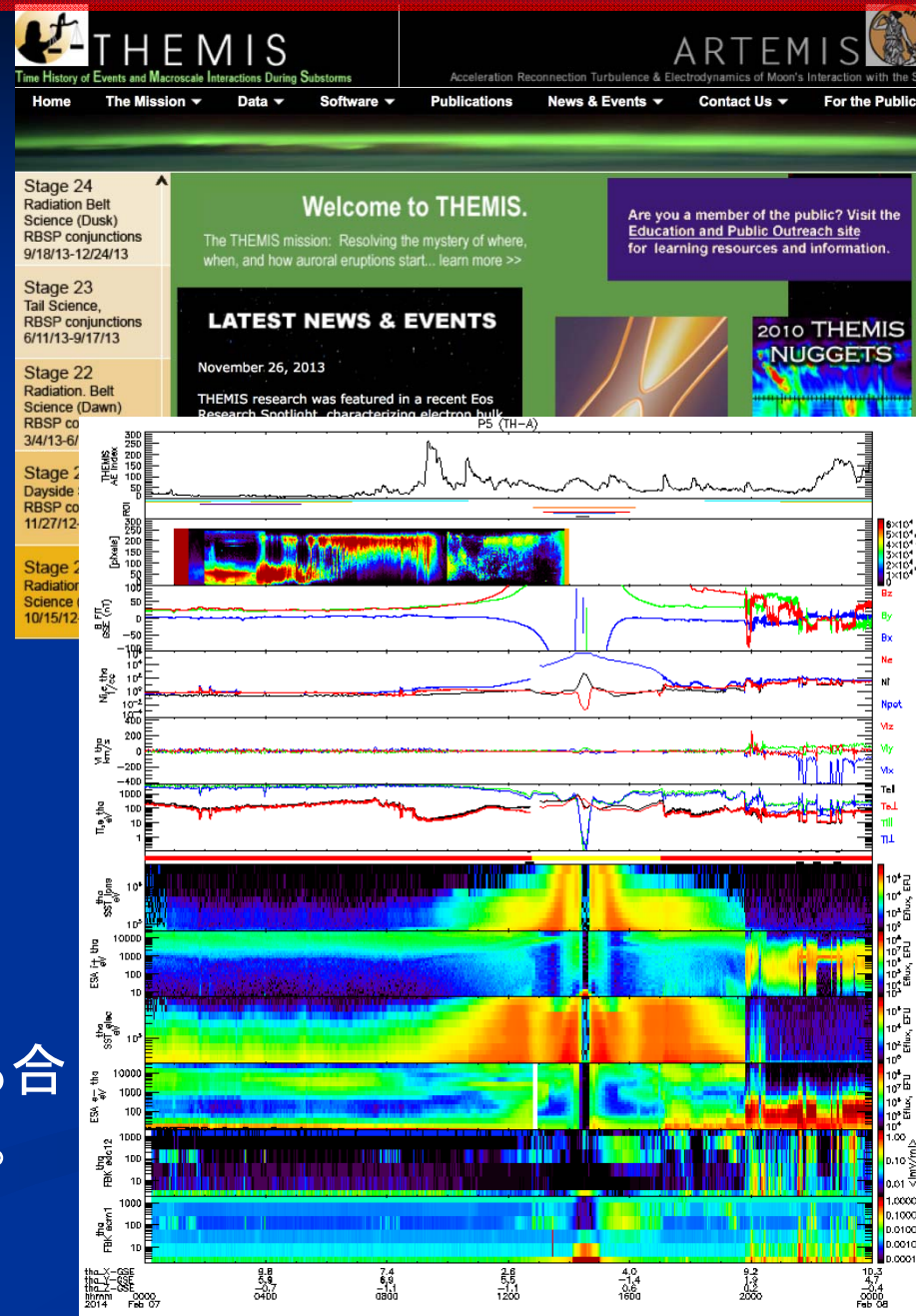
- ✓ データロード、図作成が可能。
- ✓ 詳細解析用のプログラムも提供。
- ✓ 多種データを一括統合処理。

- **共通ファイルフォーマット CDF**

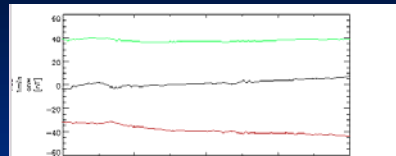
- ✓ NASA提供ライブラリあり。
- ✓ プラットフォームに依存しない。
- ✓ 自己記述型。
- ✓ さまざまな言語で読める。

STPにおけるコミュニティツールを指向

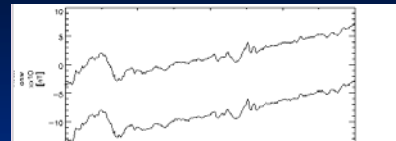
ERGプロジェクトは、米国に赴いて打ち合わせを行うなど密に連携を進めている。



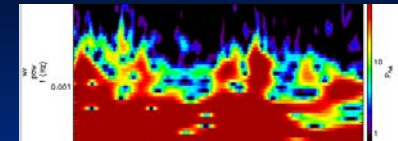
CDF + SPEDAS



可視化



波形処理



周波数解析

SPEDAS汎用コマンド群で共通化された処理 (可視化、時系列解析 etc)

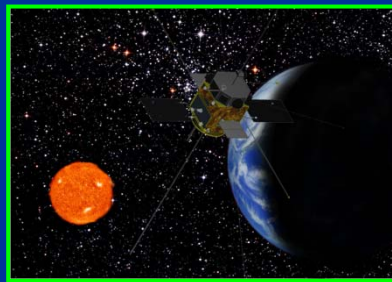
SPEDAS (IDLベース)

tplot変数 (メタデータ付きIDL構造体)

CDF

%cdf2tplot, 文件名

CDF

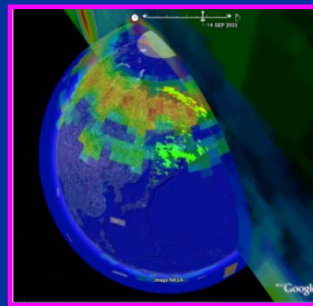


人工衛星観測のデータ

CDF

%cdf2tplot, 文件名

CDF

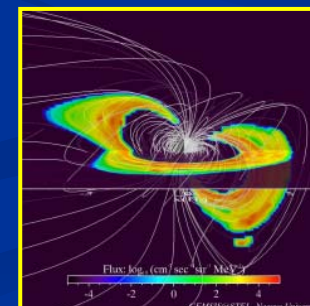


地上観測のデータ

CDF/HDF

%cdf2tplot, 文件名

CDF/HDF



シミュレーションのデータ

SPEEDAS によるデータ解析の流れ

① 期間の指定と、
データ種ごとに
読み込みコマンドの実行

```
IDL> timespan, '2013-02-10', 1, /day  
IDL> thm_load_esa, probe='a'
```

- ②から⑤までは完全自動
- URL、ディレクトリパスなどは一切入力不要。
- データをあらかじめ手動取得する必要もない。

インターネット上の
各データサーバ



ユーザ

SPEEDAS
on IDL

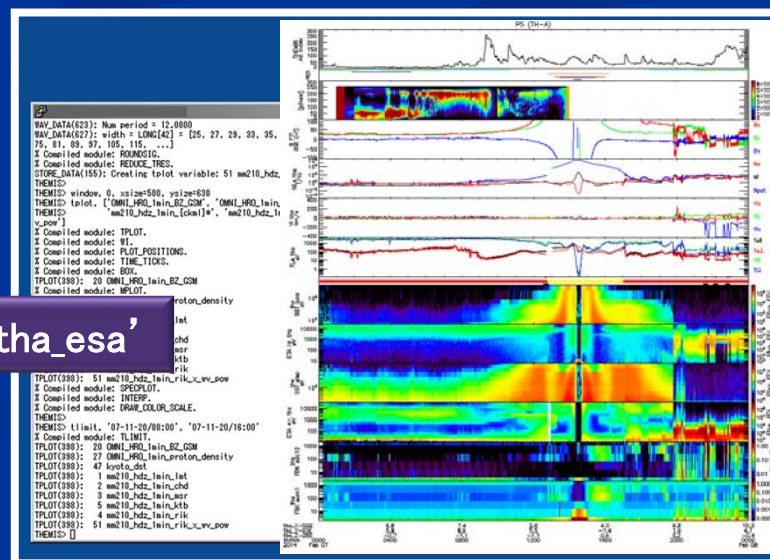
② 最新データを
確認
③ 最新データを
ダウンロード

④ ディレクトリ作
成 & 保存
⑤ データ格
納 (tplot変数)

ローカル
HDD

⑥ データの
処理、解析、
プロット

```
IDL> tplot, 'tha_esa'
```



TDASからSPEDASへ

TDAS: THEMISデータ用の解析ツール

- ✓ UCBで開発 (FAST衛星、Cluster衛星のヘリテージを利用)
- ✓ THEMIS、ARTEMIS、Van Allen Probes衛星電場観測器、地上データの解析のために公開中。
- ✓ 火星ミッション (MAVEN)、MMSでも使用。

世界中で草の根的に広がり、共通ツールになりつつある。

SPEDAS (Space Physics Environment Data Analysis System)

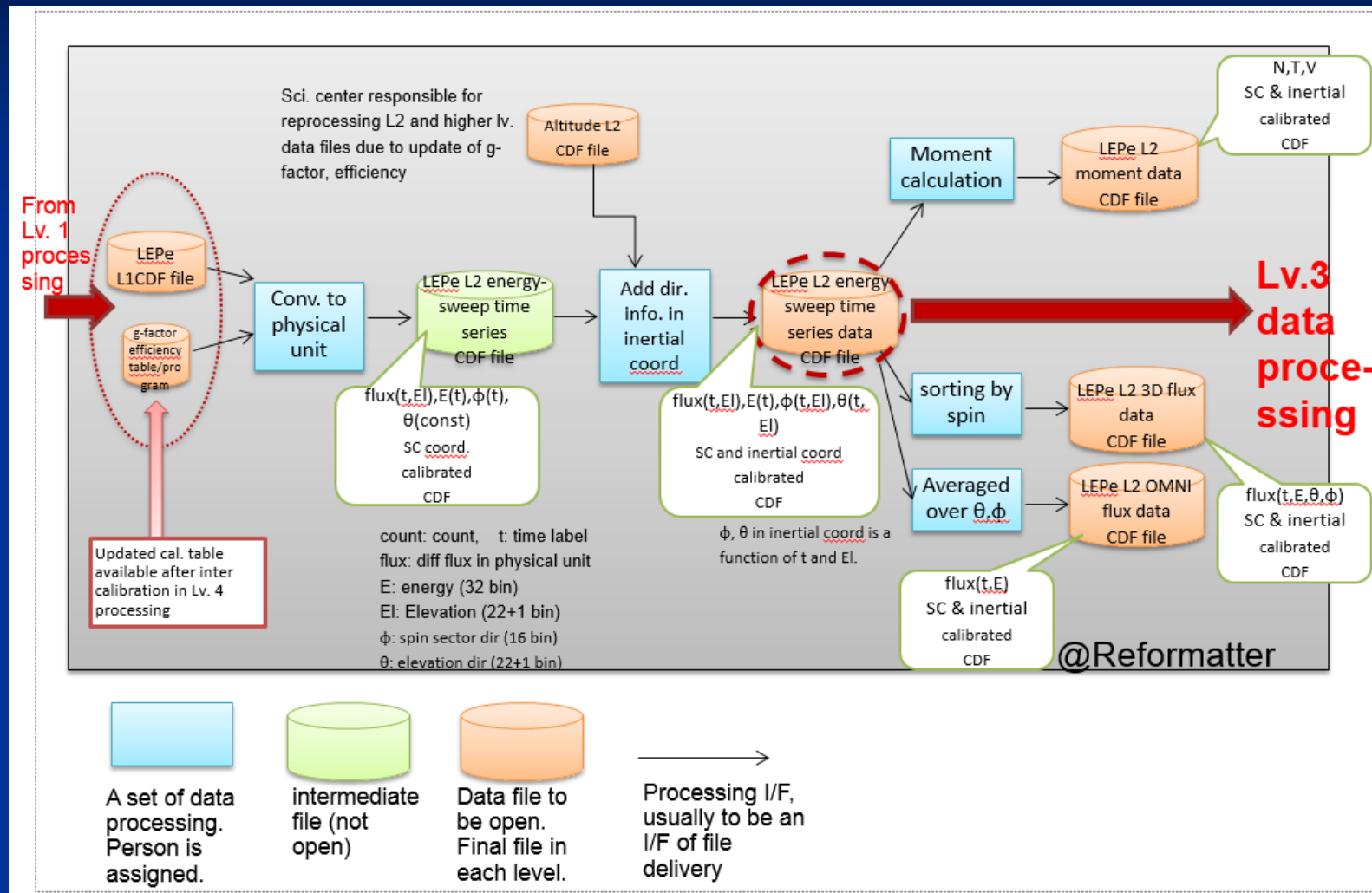
- ✓ コミュニティソフトウェア候補のひとつ (like Solar Soft)。
- ✓ プロジェクト (ERG、IUGONETなど) がプラグイン提供。
- ✓ コンソーシアム (Wikiなど) で多数参加型。

多種多様データをシームレスに取得・解析できる。

- ✓ IDLで動く。(ライセンスがなくてもバーチャルマシンで使用可)

ERG衛星高次科学データの製造について

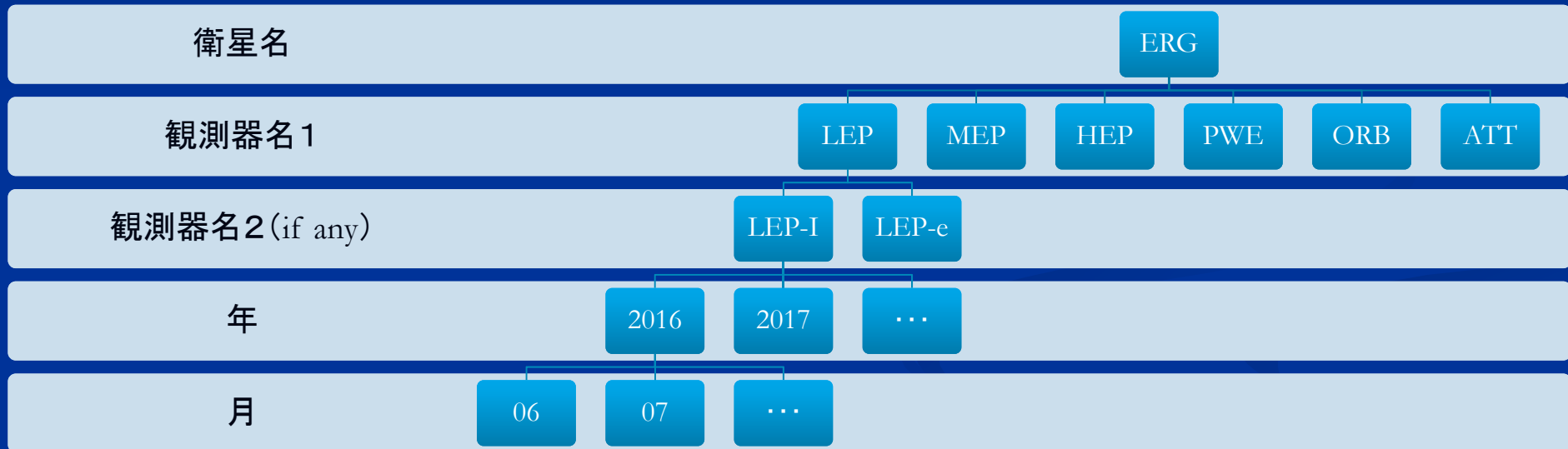
(一例) 観測器の高次科学データ製造フロー



Lv2以降の科学データはCDFでアーカイブされ
SPEDASで解析するためのプロシージャーが整備

SPEEDASを使うために必要なデータ公開環境

- レベル2以降データをCDFファイルとしてhttpサーバー上で公開する。
- httpサーバーはERG-SCに構築する。
- 過去・現行衛星に倣ったサーバーディレクトリを採用する。
【ERG-SC http server Directory構成例】



THEMIS衛星の例

Index of /data/themis/tha/l2/fgm/2014

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
tha_l2_fgm_20140101_v01.cdf	18-Aug-2014 14:34	43M	
tha_l2_fgm_20140102_v01.cdf	18-Aug-2014 14:36	56M	
tha_l2_fgm_20140103_v01.cdf	18-Aug-2014 14:37	43M	

Van Allen Probes衛星の例

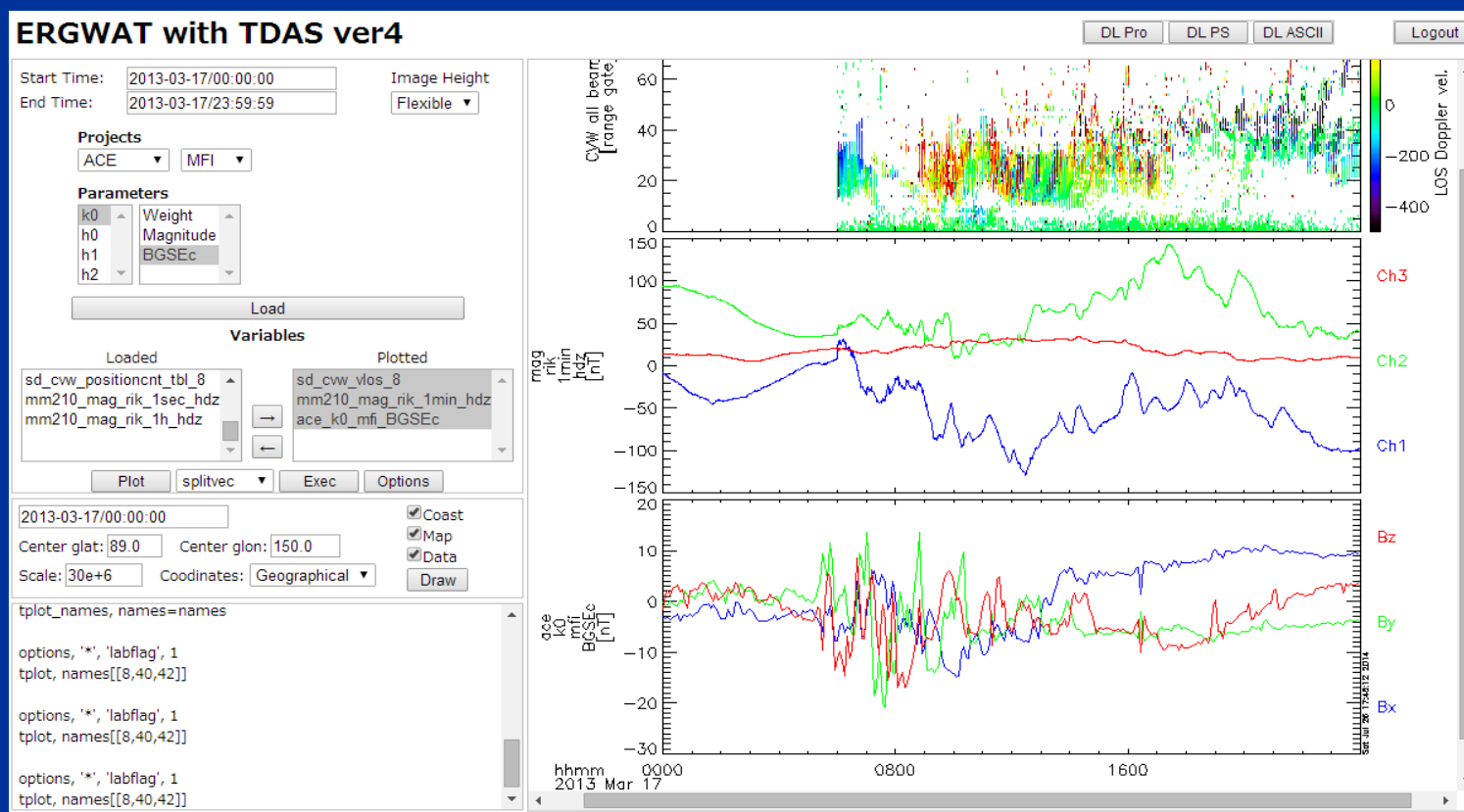
Index of /data_pub/rbspa/rept/level2

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
lsort/	23-Oct-2013 12:28	-	
plots/	06-Dec-2013 13:23	-	
pre/	02-Apr-2014 13:12	-	
rbspa_rel02_ect-rept-sci-L2_20120901_v3.2.0.cdf	26-Jun-2014 17:41	14M	

- ウェブ上での解析・可視化ツールの開発

<http://ergsc.stelab.nagoya-u.ac.jp/analysis/ergwat/>

- ERG連携地上観測データと衛星データの図の作成、各種解析
- 学会発表の図などをWeb上で作成。
- 操作性、ライセンスの両面で、ユーザの敷居をさげる。
- 利用には登録が必要。
- 現在、**ver.4**を公開・開発中。ERG衛星データも実装予定。



解析環境 - ERGWAT2D

- ・新バージョンでは2D map上への地上データのプロットが可能に
- ・将来的にはERG衛星等の軌道も重ね書き

The screenshot shows the ERGWAT with TDAS ver4 web interface. The browser address bar is `ergsc.stelab.nagoya-u.ac.jp/ergwat4/input.cgi`. The page title is "ERGWAT with TDAS ver4".

Control Panel (Left):

- Start Time: 2013-03-17/00:00:00
- End Time: 2013-03-17/23:59:59
- Image Height: Flexible
- Projects: Ground, SuperDARN
- Parameters: cvw, dce, the
- Variables:

Loaded	Plotted
sd_cvw_pwr_8	sd_hok_vlos_1
sd_cvw_pwr_err_8	sd_cvw_vlos_8
sd_cvw_spec_width_8	
sd_cvw_spec_width_err_8	
sd_cvw_vlos_err_8	
sd_cvw_elev_angle_8	
- 2013-03-17/11:00:00 (highlighted)
- Center glat: 69.0, Center glon: 210.0
- Scale: 30e+6, Coordinates: Geographical
- Options: Coast, Map, Data

Main Map: A polar projection map of the Arctic region showing Doppler velocity data. A color scale on the right indicates "LOS Doppler vel. [m/s]" ranging from -1000 to 1000. The time "11:00 UT" is displayed at the bottom left of the map area.

Command Window (Bottom):

```
sd_latlt_grid
sd_time, '2013-03-18/01:00:00'
loadct_sd, 43
sd_map_set, /erase, center_glat=69.0, center_glon=210.0, force_
overlay_map_sdfit, ['sd_hok_vlos_1', 'sd_cvw_vlos_8'], /geo_plot
overlay_map_coast, /geo_plot
sd_latlt_grid

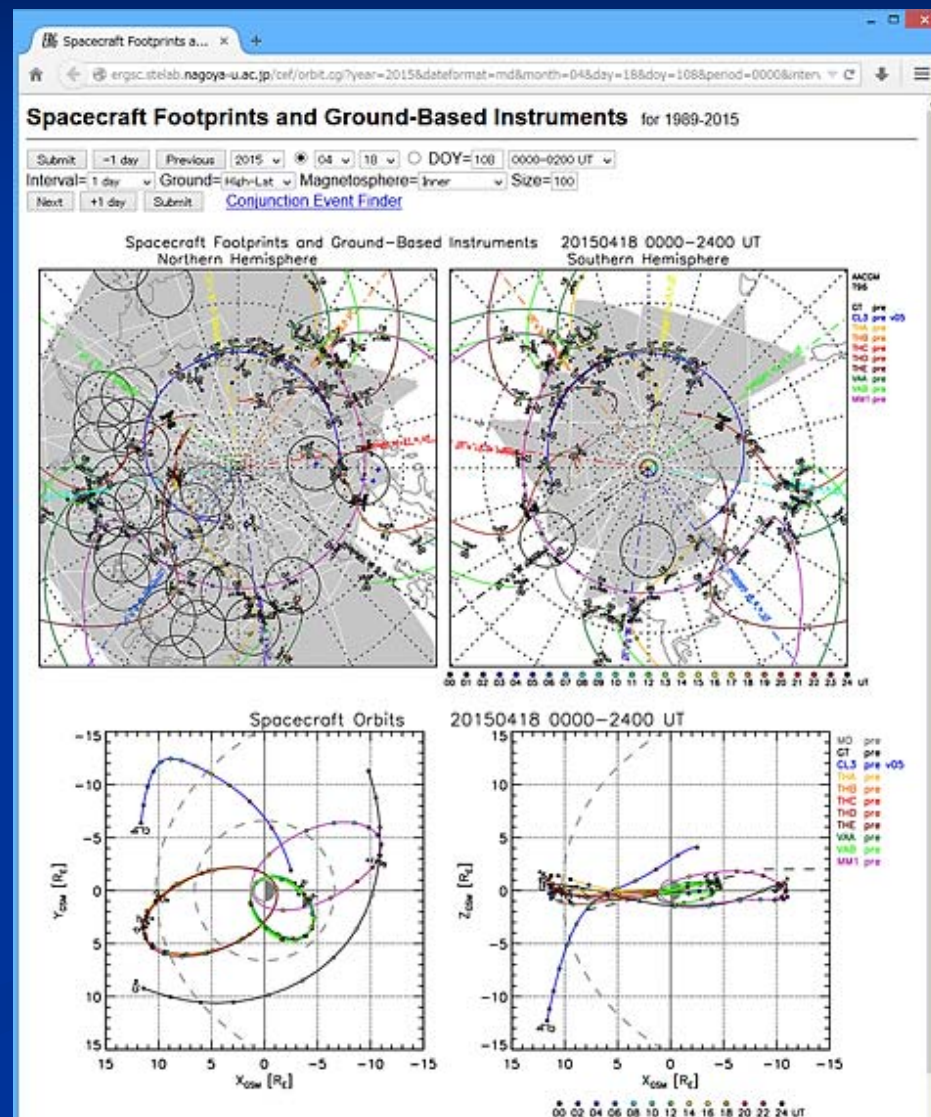
sd_time, '2013-03-17/11:00:00'
loadct_sd, 43
sd_map_set, /erase, center_glat=69.0, center_glon=210.0, force_
overlay_map_sdfit, ['sd_hok_vlos_1', 'sd_cvw_vlos_8'], /geo_plot
overlay_map_coast, /geo_plot
```


Conjunction Event Finder (CEF) ~衛星-地上連携ツール

<http://ergsc.stelab.nagoya-u.ac.jp/cef/orbit.cgi> OR



- 衛星軌道とfootprintのQLプロットをウェブブラウザで閲覧可能。
- 地上全天カメラやレーダーの視野も表示。
- 衛星-地上の連携観測を探したり、観測計画を立案したりするのに有用。
- MMSとGeotailの予測軌道が追加(現在、2017年9月まで)
- 「あけぼの」衛星の軌道を追加(近日中)
- ERG衛星の予測軌道を追加中(近日中)
- 各種衛星・地上観測データのQL図にもリンク。

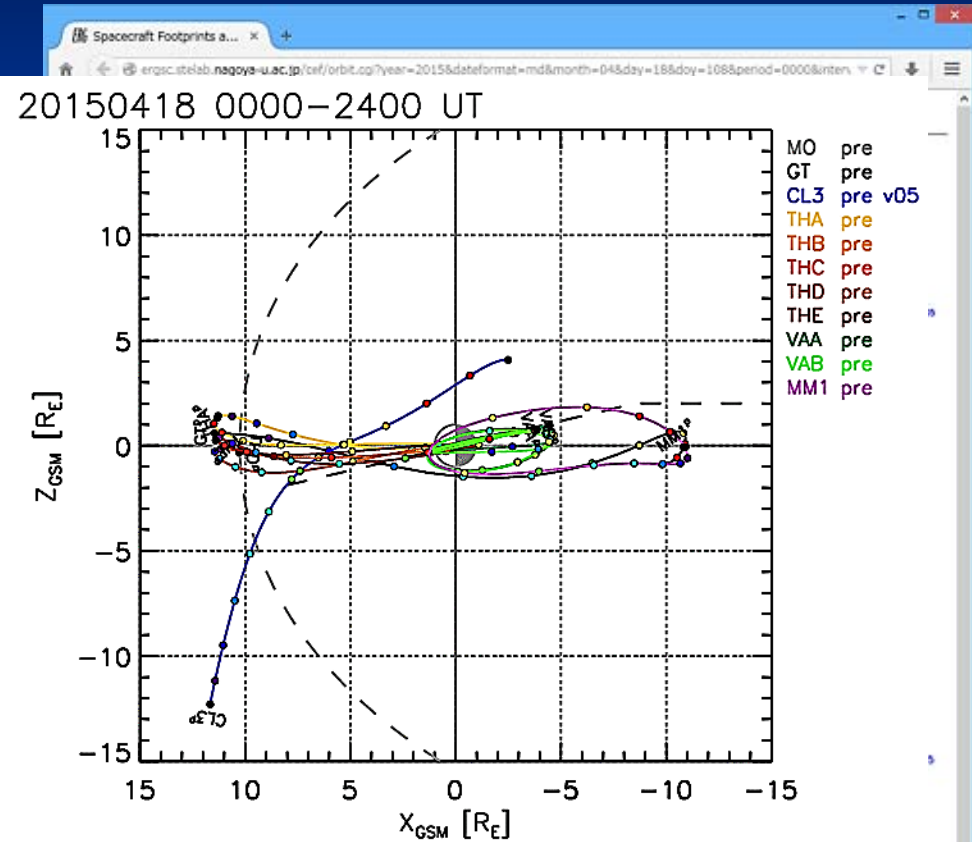
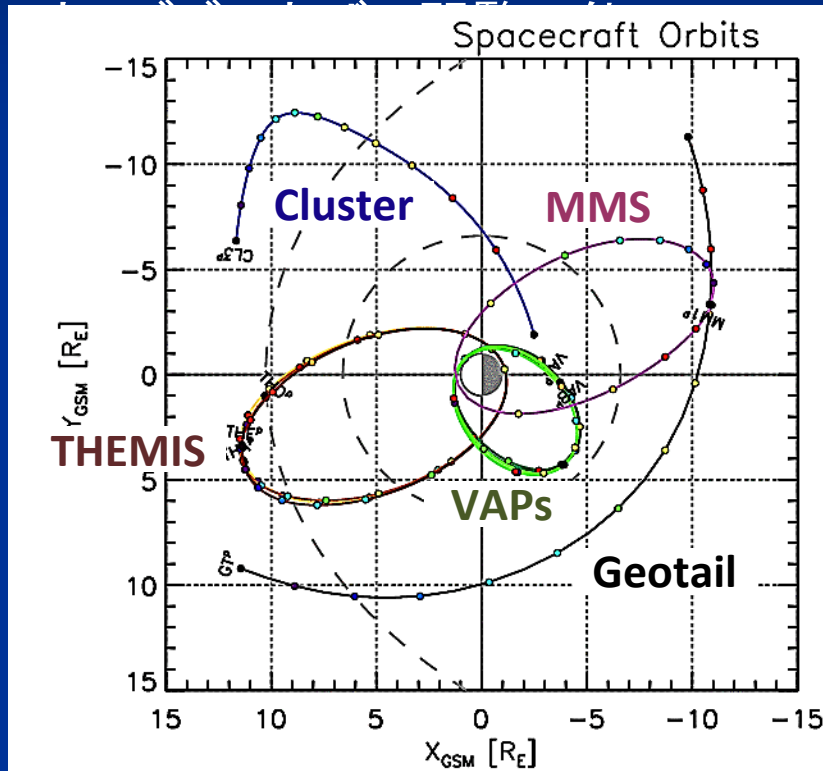


Conjunction Event Finder (CEF) ~衛星-地上連携ツール

<http://ergsc.stelab.nagoya-u.ac.jp/cef/orbit.cgi> OR

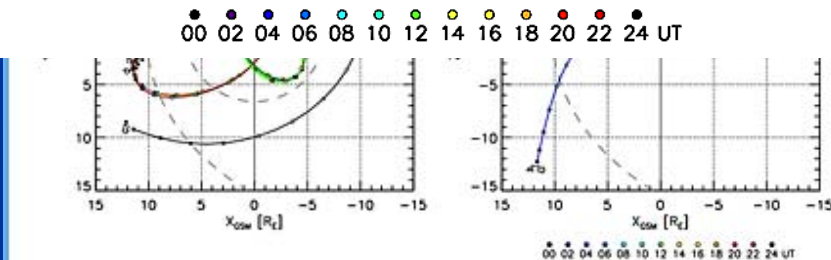


- 衛星軌道とfootprintのQLプロットを



日中)

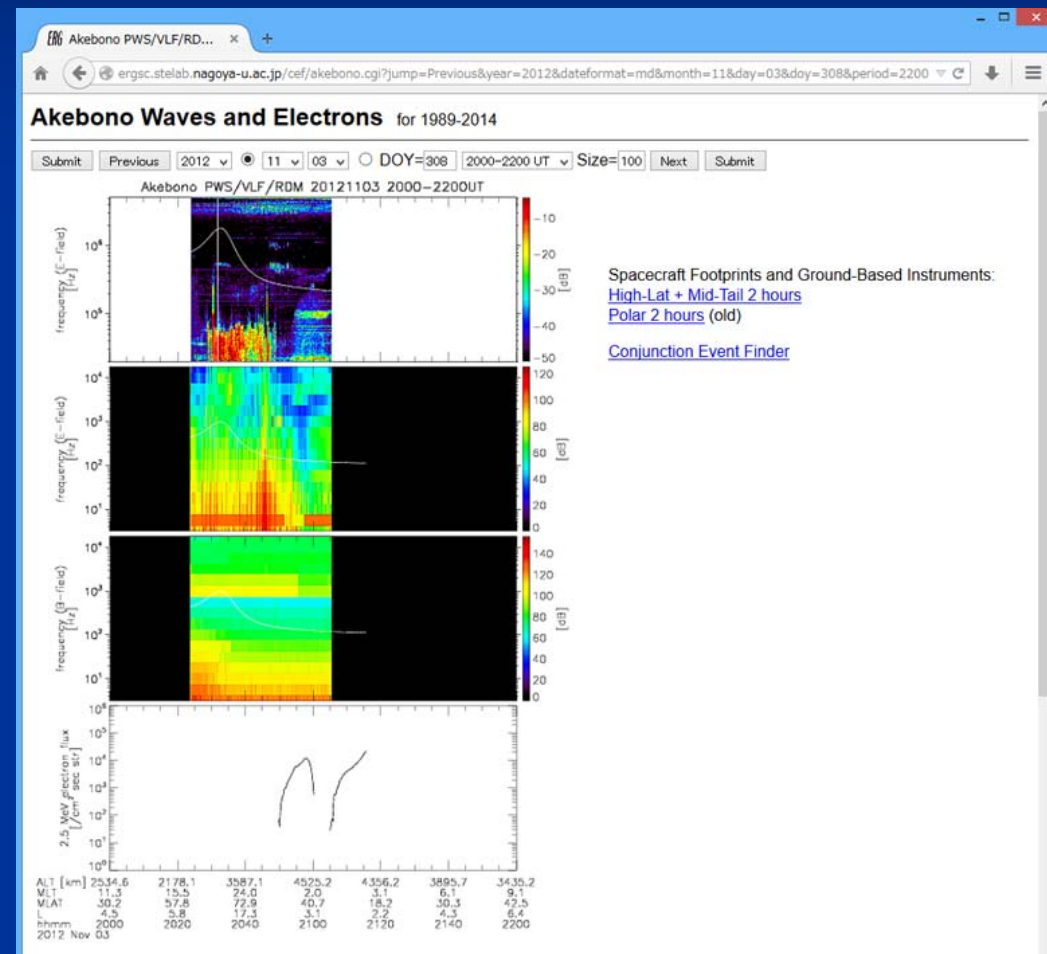
- 各種衛星・地上観測データのQL図にもリンク。



Akebono QLプロットとデータの公開

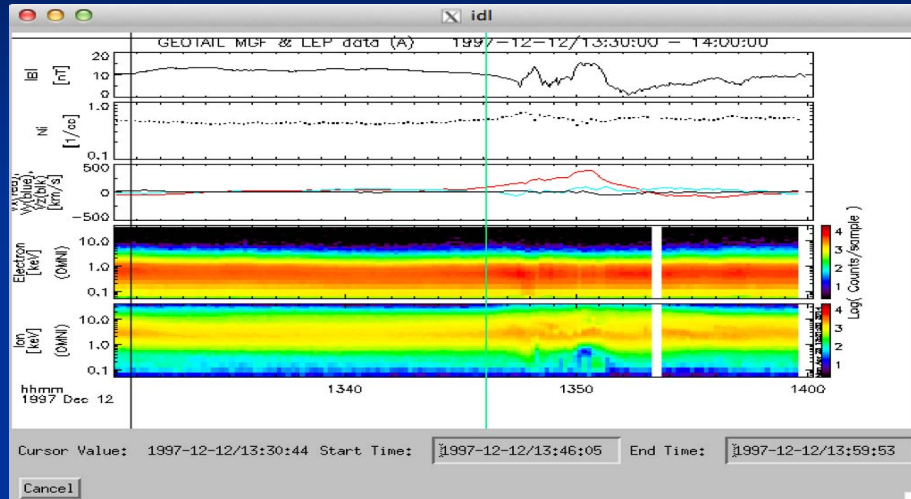
- PWS/VLF/RDMのQLプロット:
CEFから公開。
(2012年以降)
- データも公開
 - PWS/RDM/軌道:
ISAS DARTS
 - VLF: 金沢大学
- SPEDAS (TDAS) 用
読み込みプログラム
 - ERG-SCで作成。
 - 軌道load pro.は宇宙研
寺本さん作成。
 - ERG bleeding edgeから
公開予定。

<http://ergsc.stelab.nagoya-u.ac.jp/cef/akebono.cgi>



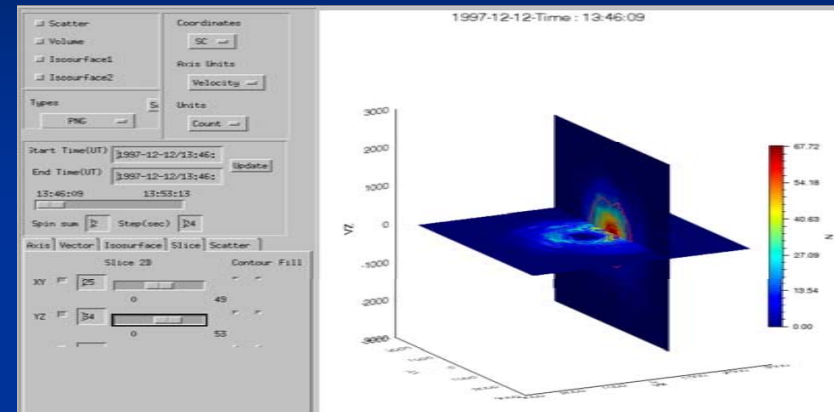
ERG-SCIによるSPEDAS拡張機能

1. 3次元プラズマ速度分布関数可視化アプリ

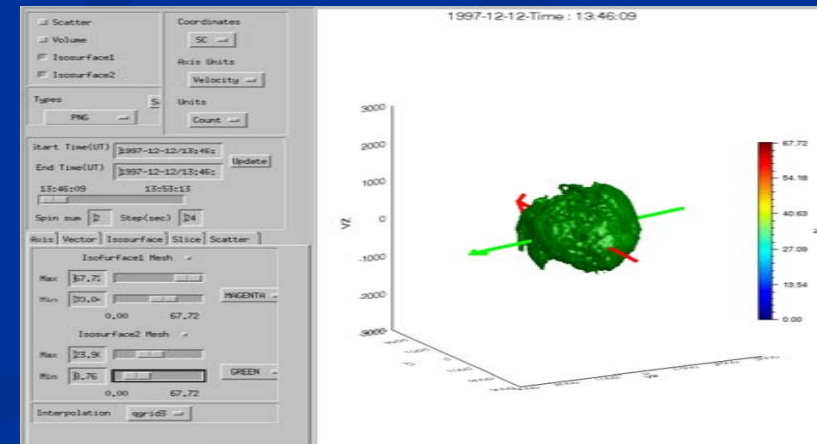


スタート時間と終了時間を選択するだけで
3Dアプリが起動

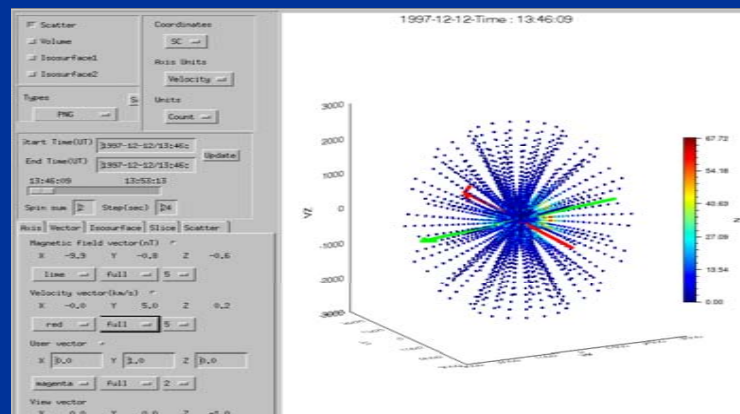
slice



iso-surface



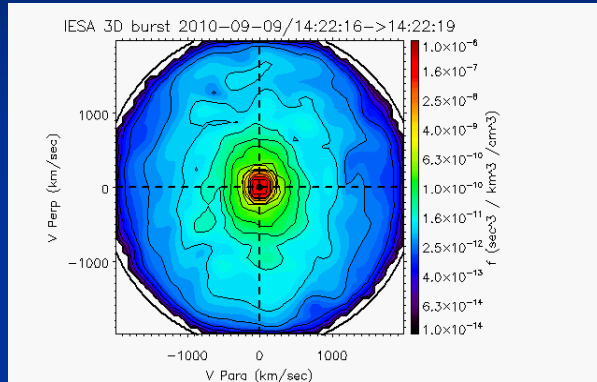
scatter



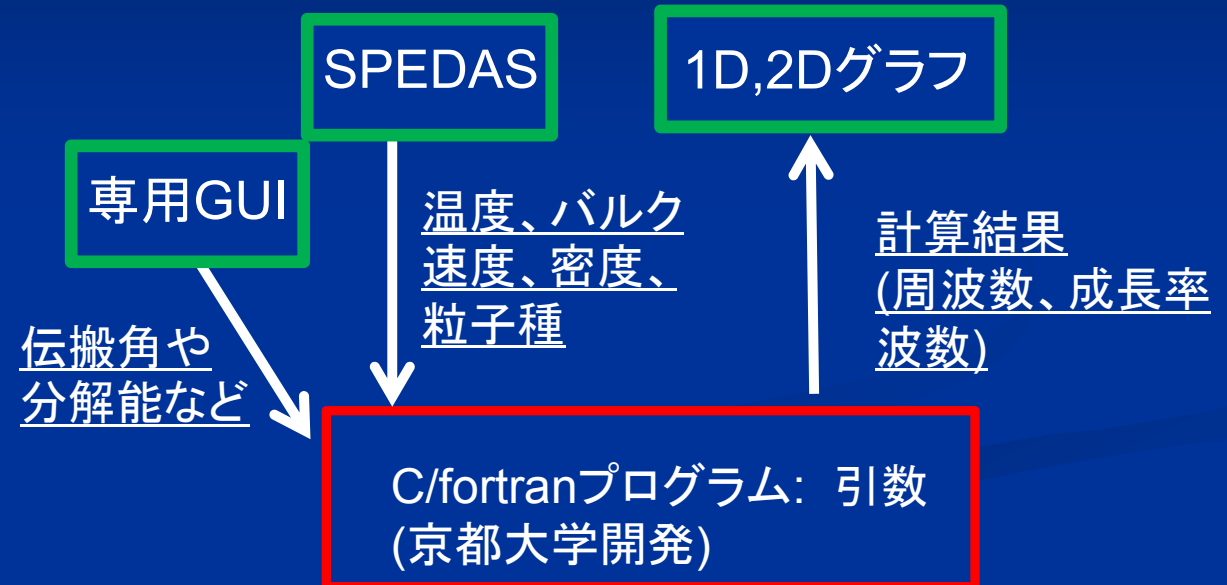
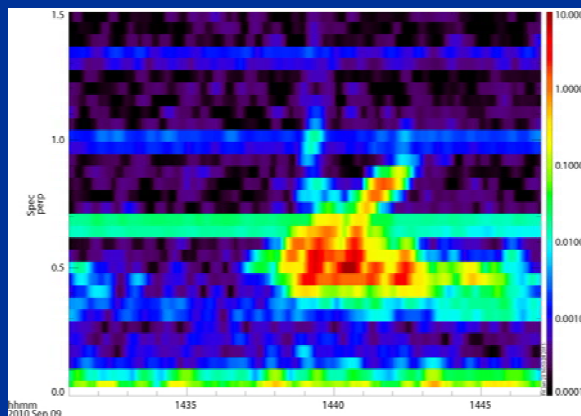
ERG-SCIによるSPEDAS拡張機能

2. 分散関係ソルバー(概念設計)

不安定なプラズマ速度分布関数



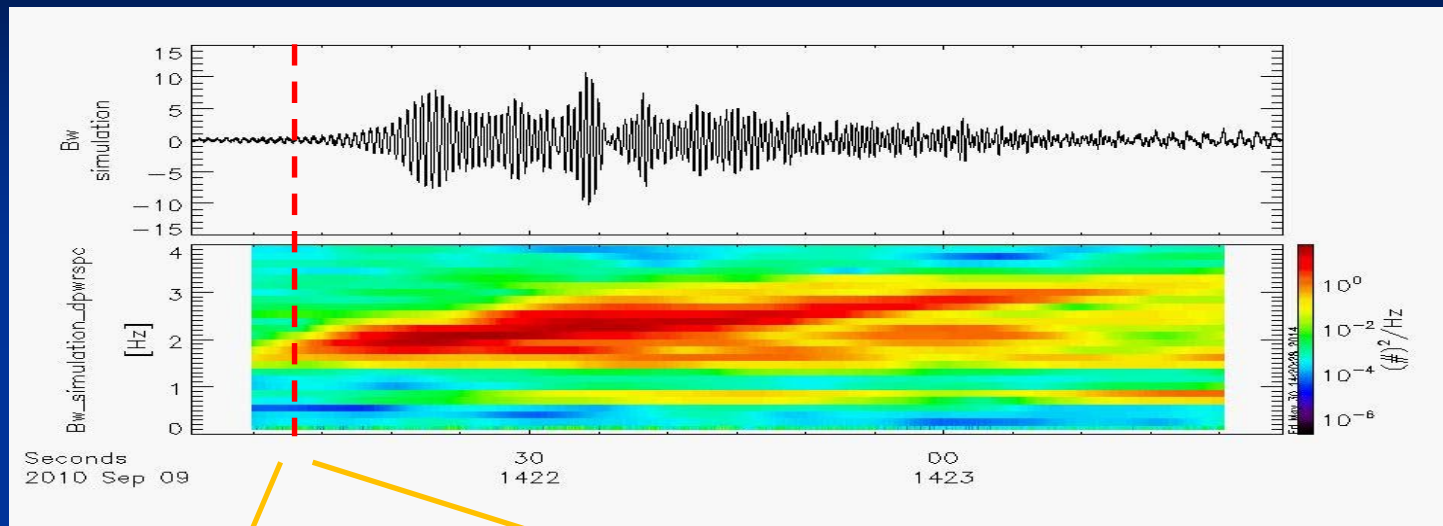
プラズマ波動励起



- ・IDL (TDAS)から、Cのプログラムを呼び出して計算し、その結果をIDL(SPEDAS)で可視化する。
- ・whistler/EMIC等の特定のプラズマ波動に限定することで、放射線帯研究のニーズに合わせる

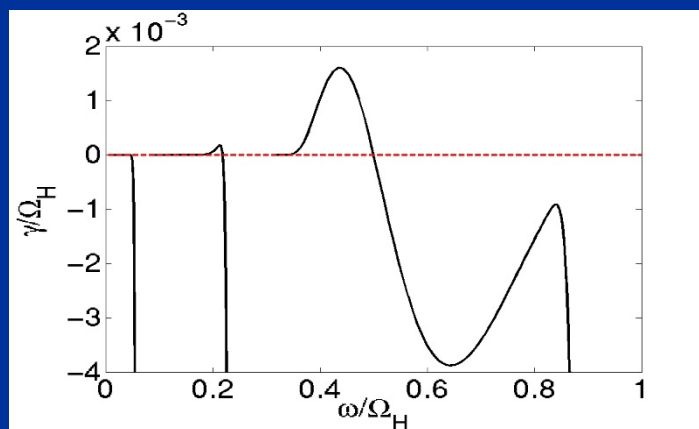
分散関係ソルバーの出カイメージ

シミュレーションと線形分散解析

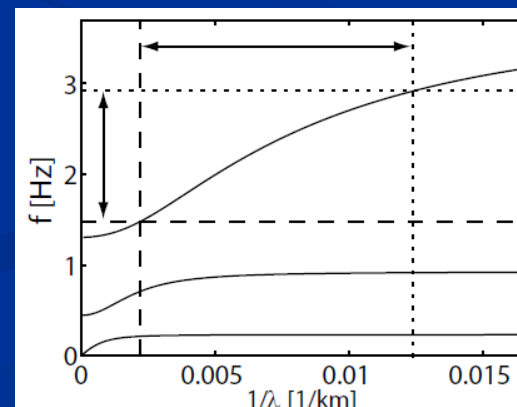


任意の時間の粒子モーメントデータから計算

波動の線形成長率



プラズマ波動分散関係



まとめ

ERGサイエンスセンターでの取り組み

ERGプロジェクトが目指す統合解析環境を構築するために

- a) プロジェクトデータの標準化
- b) 統合解析ツールの開発

- a) 連携地上観測データを中心にデータの標準化等の作業を実施。
 - ERG衛星の打ち上げを控え、衛星科学データのデータフォーマットの設計、解析ツールの開発を行う。
- b) 国際STPコミュニティと連動した統合解析ツール(SPEDAS)の開発
 - ERGプロジェクトデータの読み込み・可視化などのプラグインプログラムの開発
 - ERG-SCによる独自解析機能の追加
 - Webブラウザを利用した対話型解析環境の開発
 - CEFの運用: 衛星-地上連携観測計画の立案や、運用計画立案への利用