

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

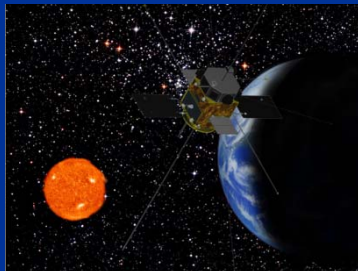
2014年度宇宙科学情報解析シンポジウム
2015年2月13日(金)
JAXA宇宙科学研究所

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)

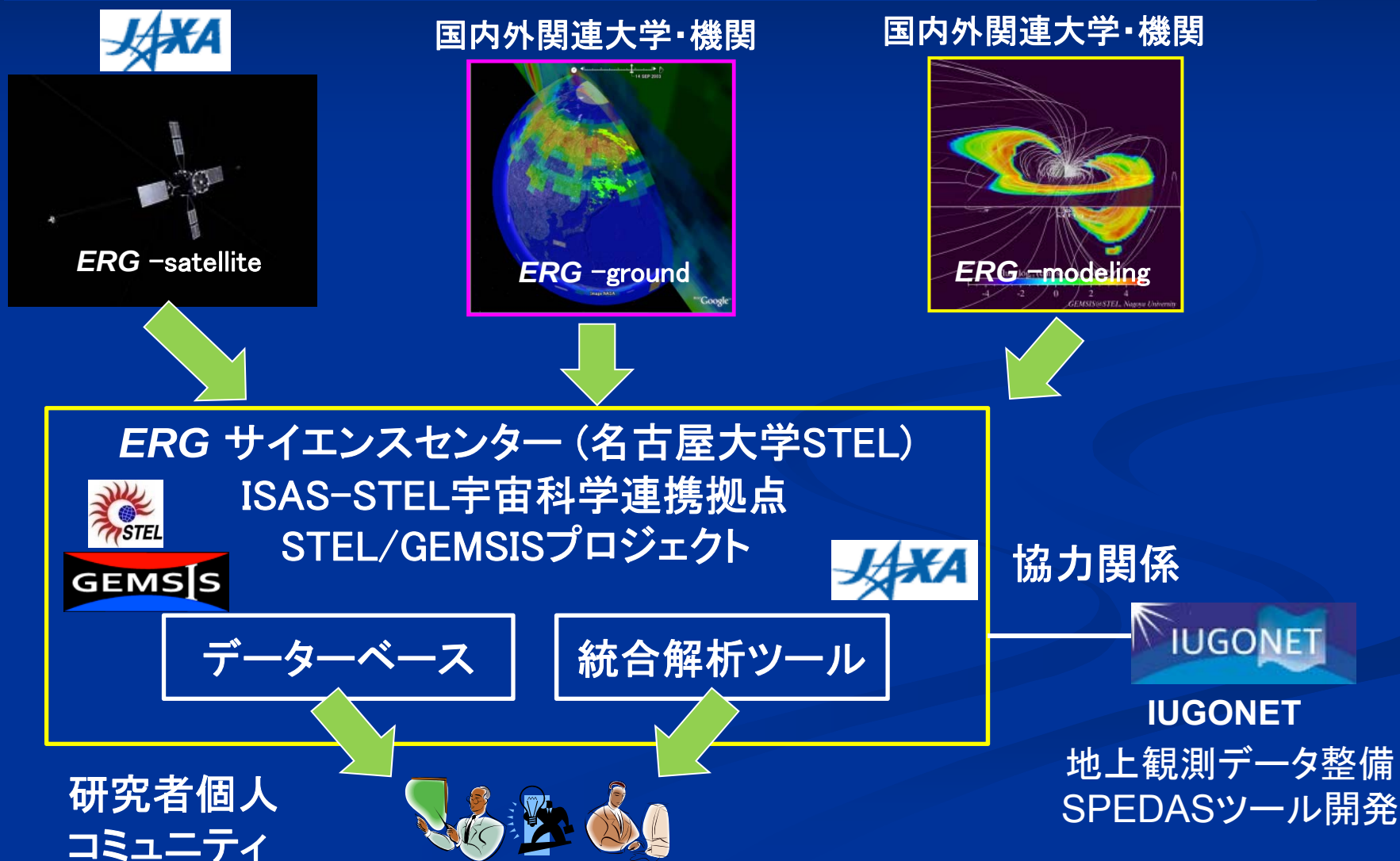
ERG サイエンスセンタータスクチーム





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



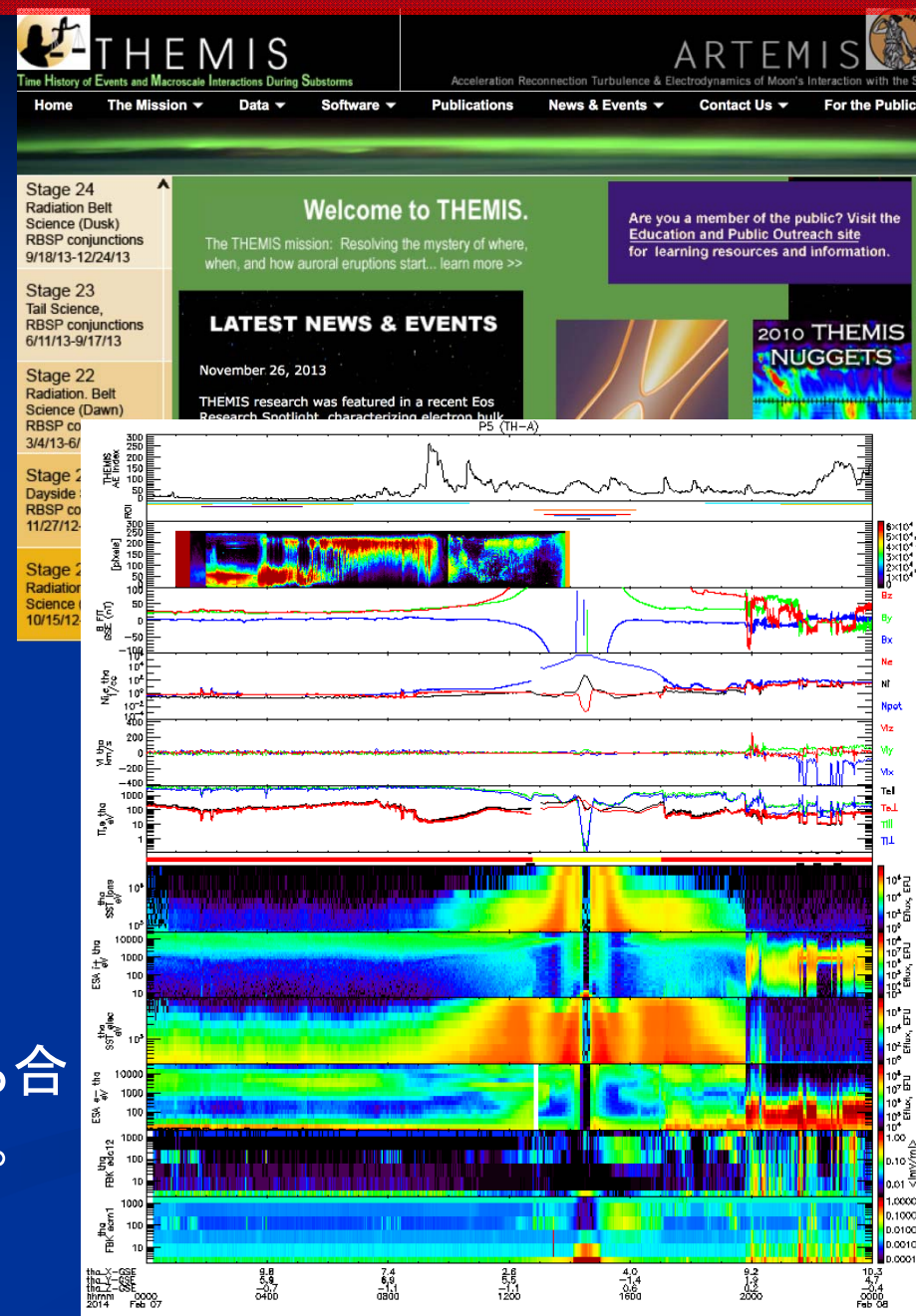
米国磁気圏ミッションTHEMISの解析ツール: SPEDAS

ERG Science
Center

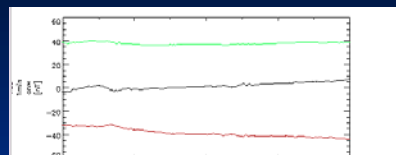
- データ処理ツールSPEDAS
 - ✓ データロード、図作成が可能。
 - ✓ 詳細解析用のプログラムも提供。
 - ✓ 多種データを一括統合処理。
- 共通ファイルフォーマット CDF
 - ✓ NASA提供ライブラリあり。
 - ✓ プラットフォームに依存しない。
 - ✓ 自己記述型。
 - ✓ さまざまな言語で読める。

STPにおけるコミュニティツールを指向

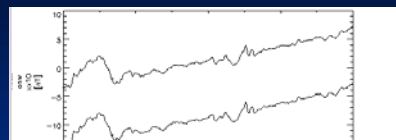
ERGプロジェクトは、米国に赴いて打ち合わせを行うなど密に連携を進めている。



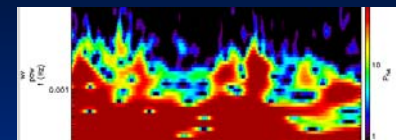
CDF + SPEDAS



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)

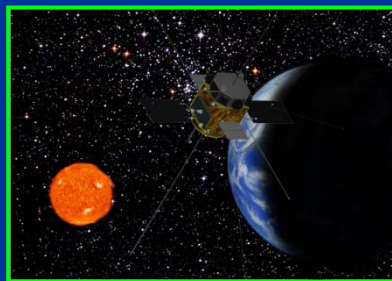
SPEDAS (IDLベース)

tplot変数 (メタデータ付きIDL構造体)

CDF

%cdf2tplot, 文件名

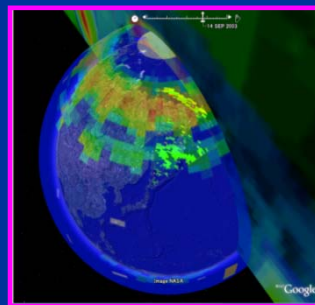
CDF



人工衛星観測のデータ

CDF

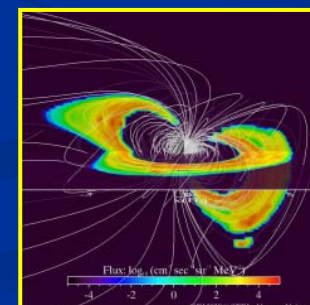
%cdf2tplot, 文件名



地上観測のデータ

CDF/HDF

%cdf2tplot, 文件名



シミュレーションのデータ

SPEEDAS によるデータ解析の流れ

ERG Science
Center

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

THEMIS
at UCB

CDAWeb
at NASA

地磁気指数
at WDC,
Kvoto

⋮



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

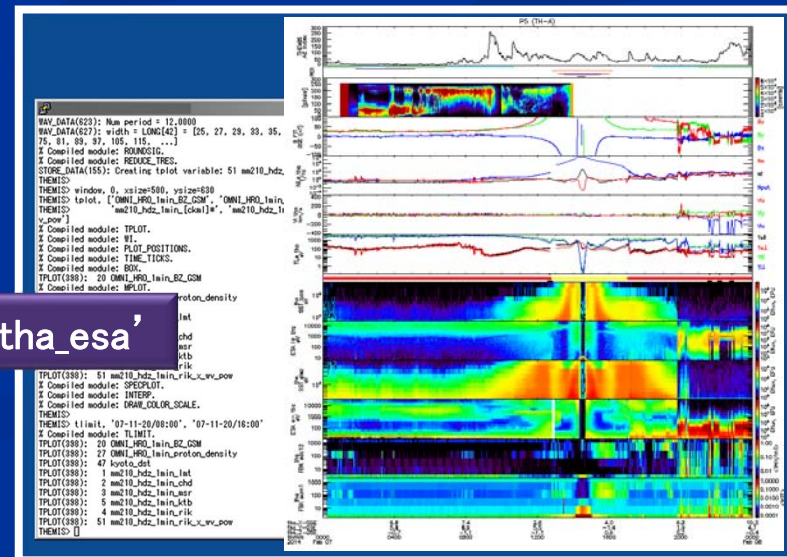
④ ディレクトリ作
成 & 保存

⑤ データ格
納 (tplot変数)

⑥ データの
処理、解析、
プロット

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

ローカル
HDD



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)

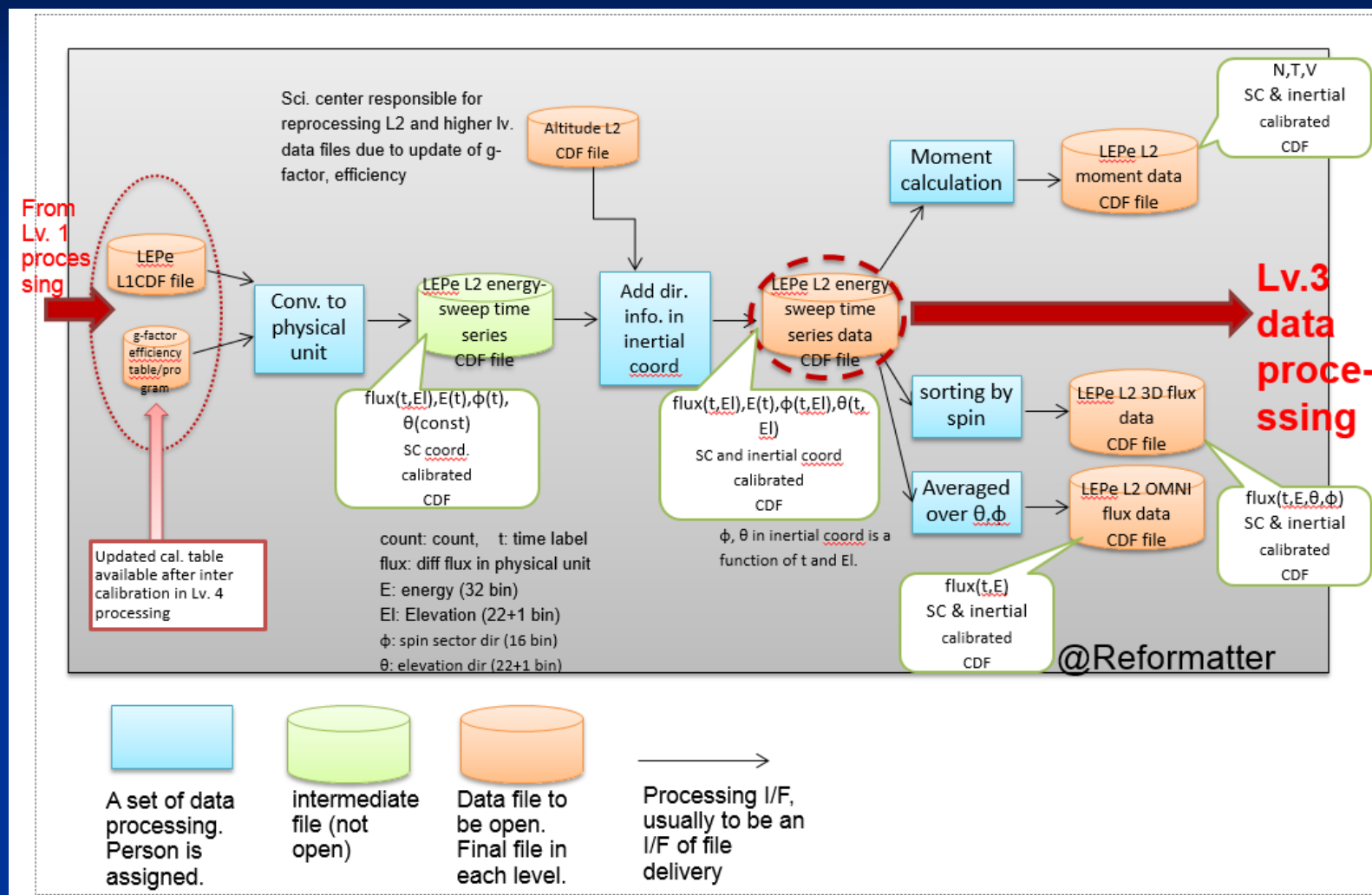
- ✓ コミュニティソフトウェア候補のひとつ (like Solar Soft)。
- ✓ プロジェクト (ERG、IUGONETなど) がプラグイン提供。
- ✓ コンソーシアム (Wikiなど) で多数参加型。

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

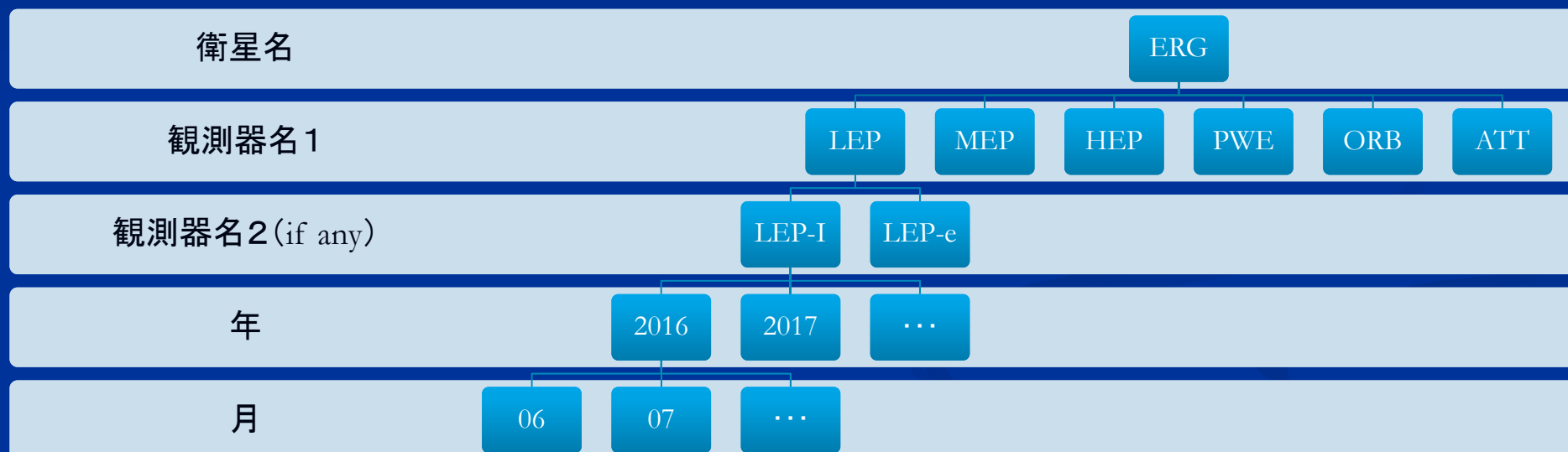
(一例) 観測器の高次科学データ製造フロー



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チャーが整備

SPEDAS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

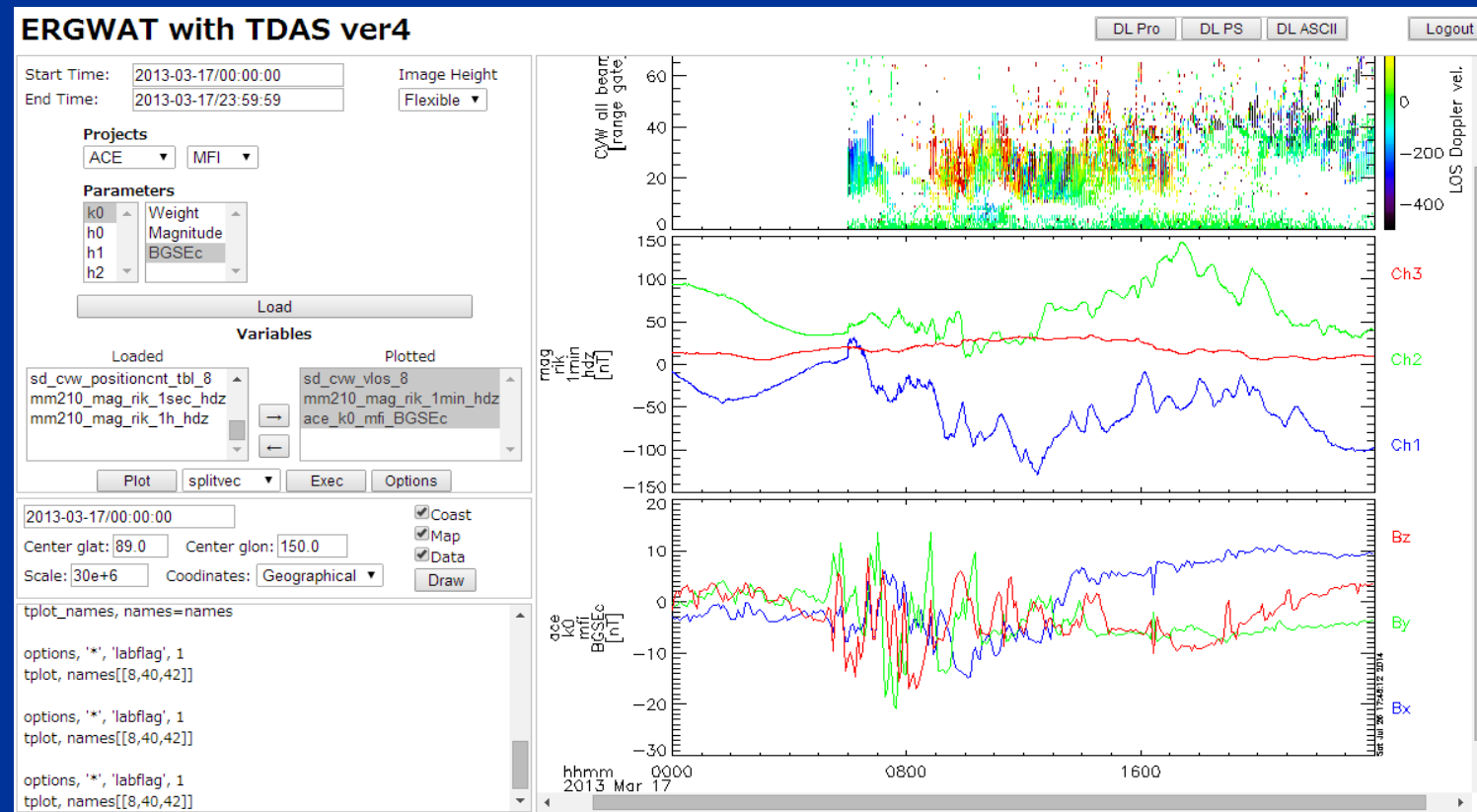
Index of /data_pub/rbspa/rept/level2

	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	

ERGWAT (ERG Web Analysis Tool) の開発

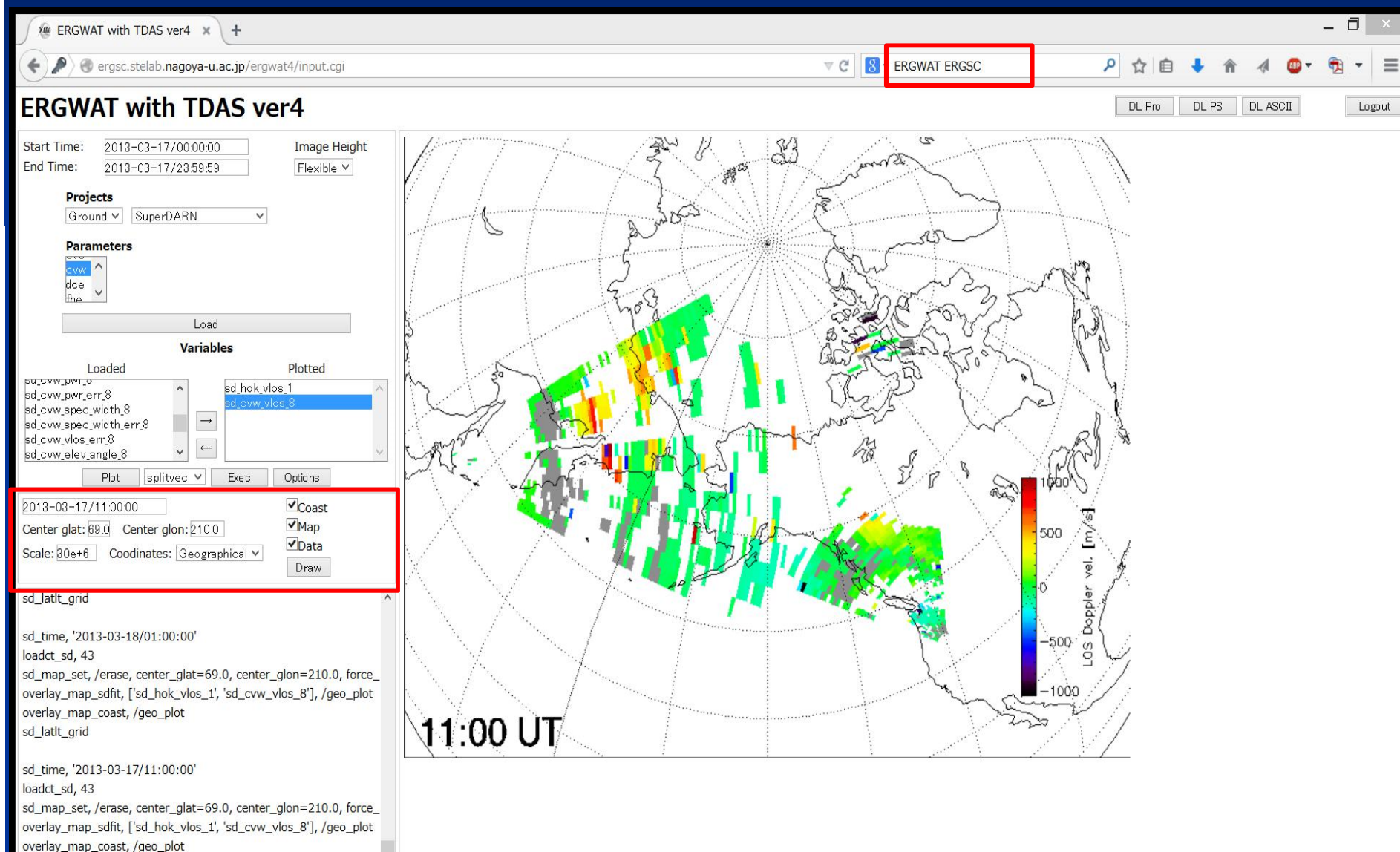
ERG Science
Center

- 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



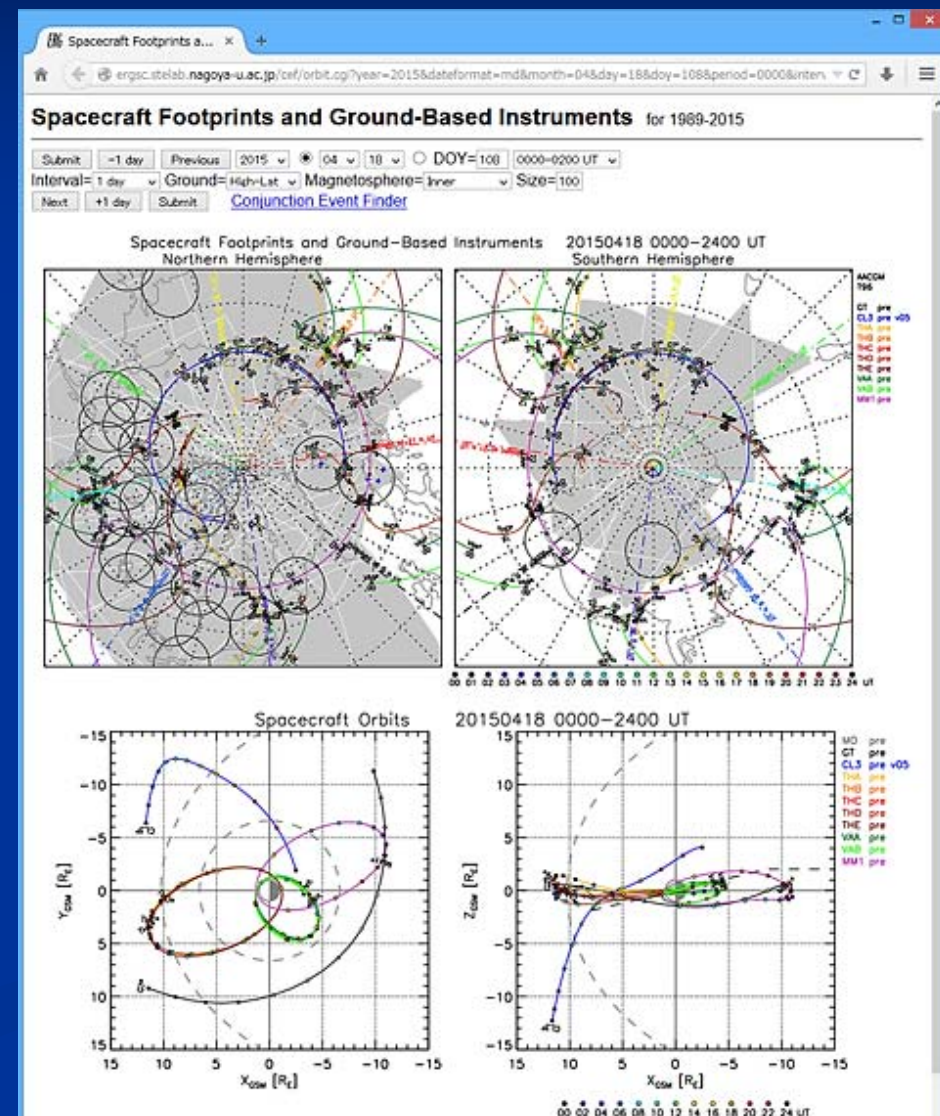
Conjunction Event Finder (CEF) ~衛星-地上連携ツール

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



CEF, ERG

- 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。

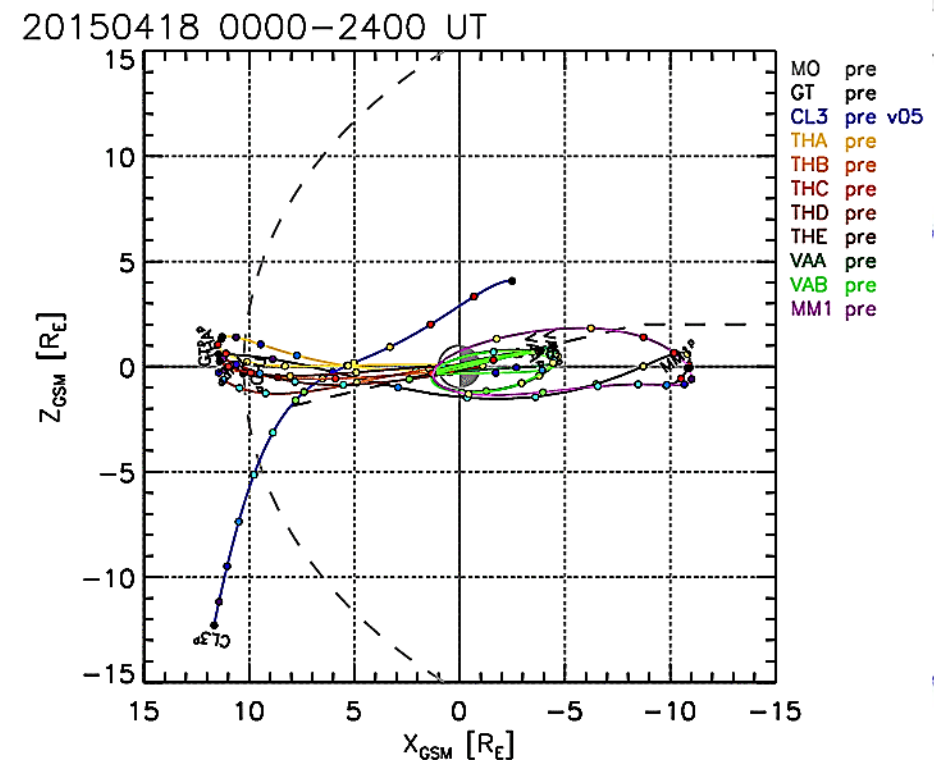
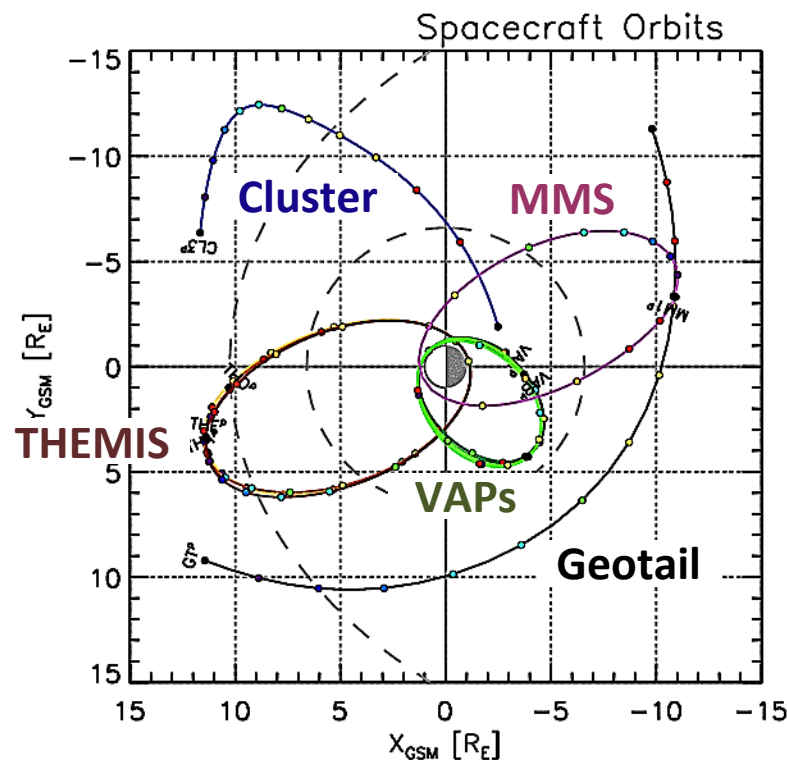


Conjunction Event Finder (CEF) ～衛星-地上連携ツール

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

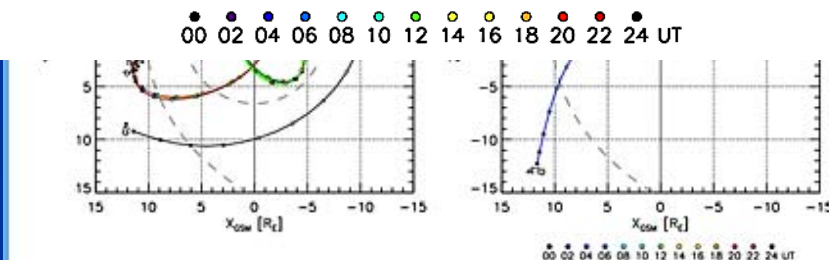
Google CEF, ERG

- 衛星軌道とfootprintのQLプロットを



日中)

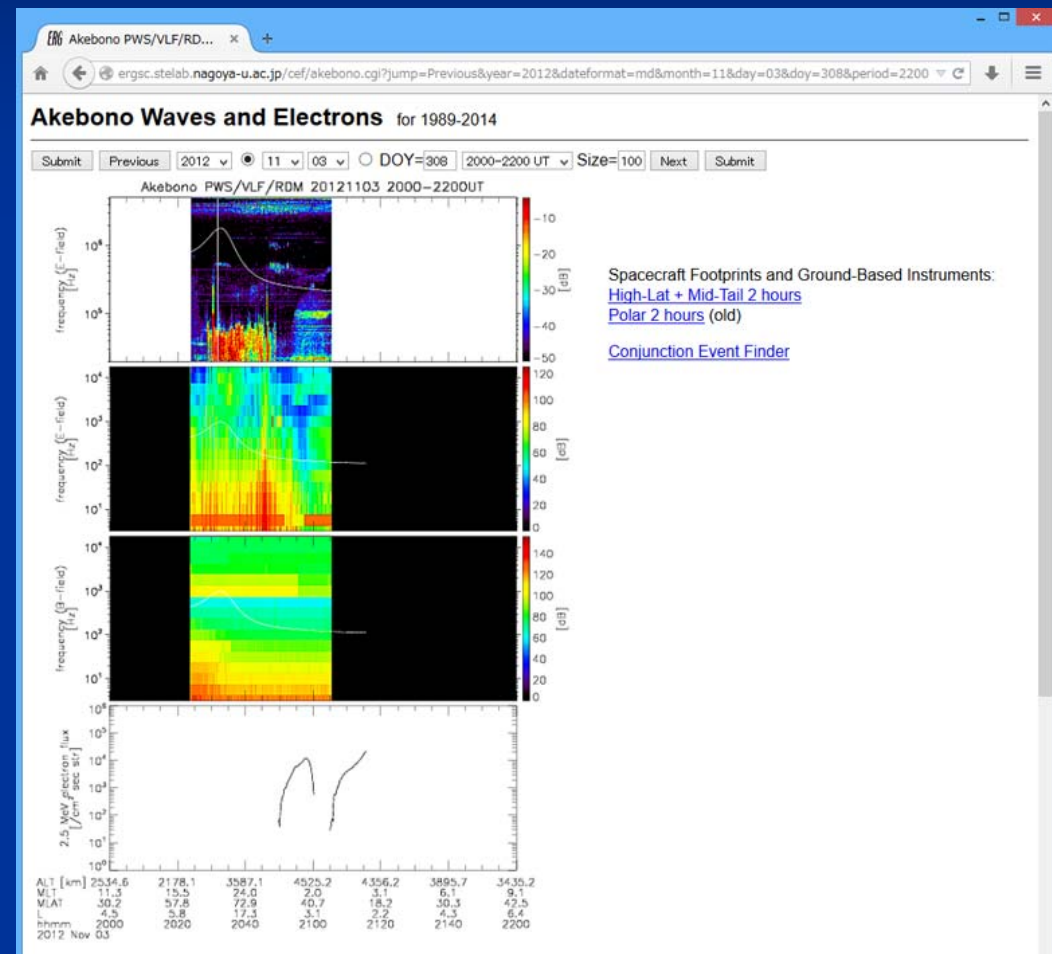
- 各種衛星・地上観測データのQL図にもリンク。



Akebono QLプロットとデータの公開

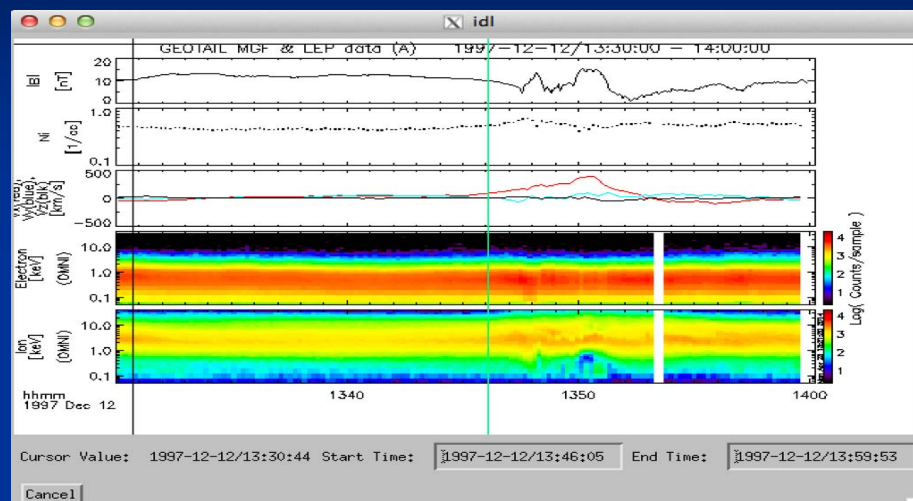
- PWS/VLF/RDMのQLプロット:
CEFから公開。
(2012年以降)
- データも公開
 - PWS/RDM/軌道:
ISAS DARTS
 - VLF: 金沢大学
- SPEDAS(TDAS)用読み込みプログラム
 - ERG-SCで作成。
 - 軌道load pro.は宇宙研寺本さん作成。
 - ERG bleeding edgeから公開予定。

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



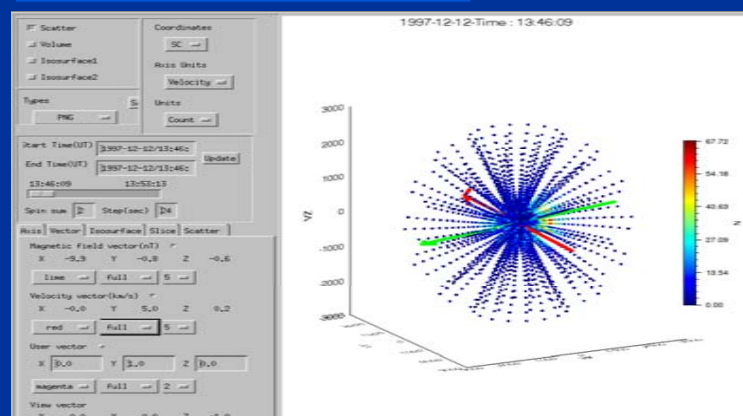
ERG-SCによるSPEDAS拡張機能

1. 3次元プラズマ速度分布関数可視化アプリ

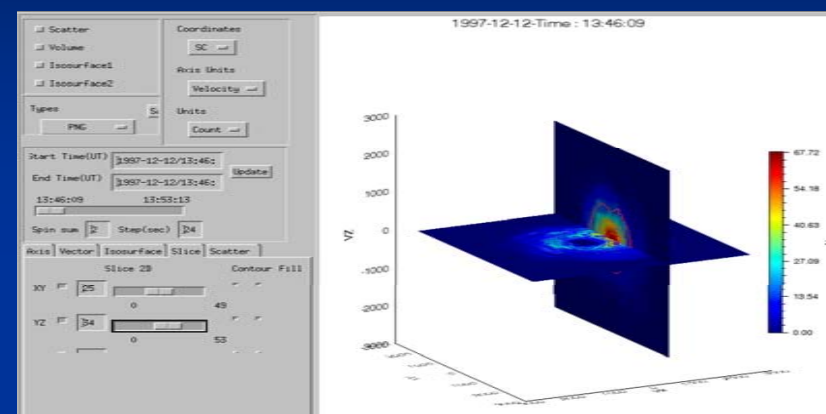


スタート時間と終了時間を選択するだけで
3Dアプリが起動

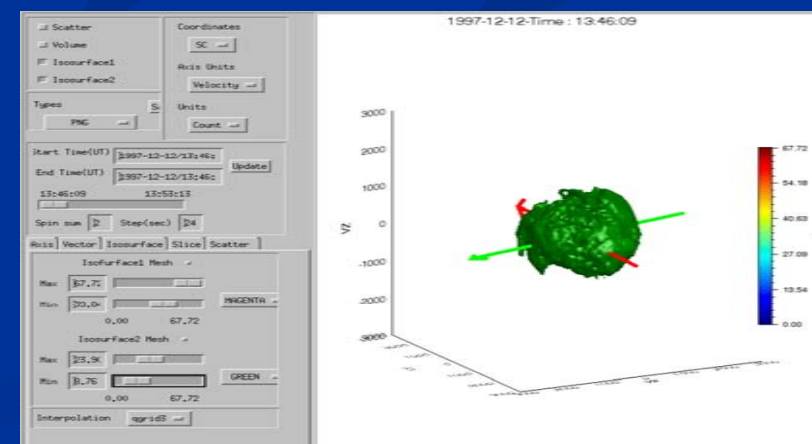
scatter



slice



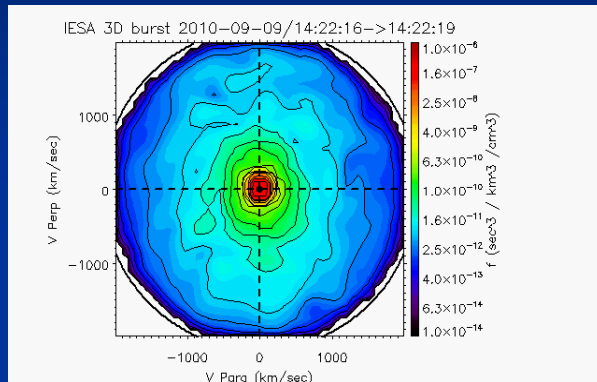
iso-surface



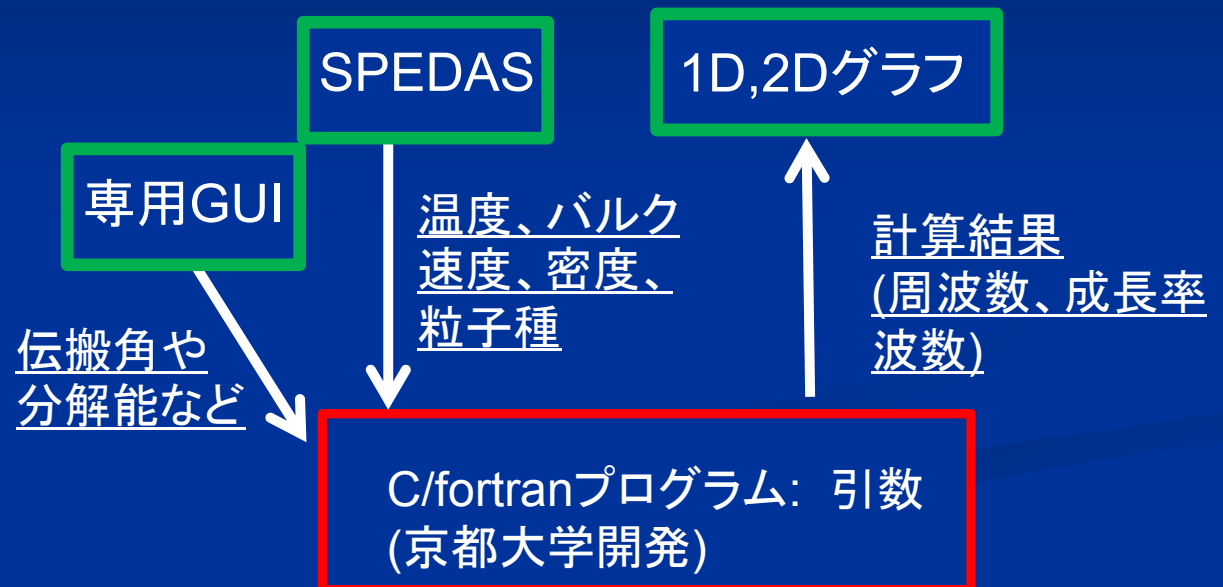
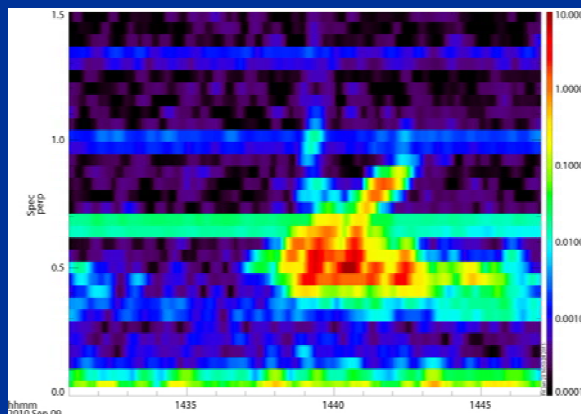
ERG-SCによるSPEDAS拡張機能

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



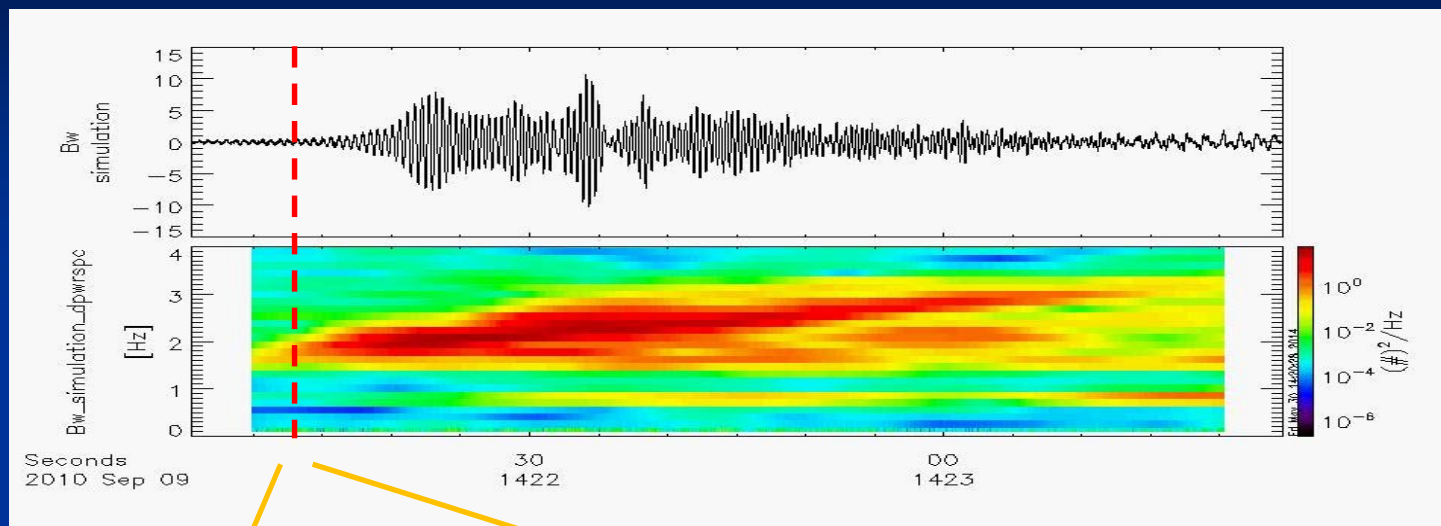
プラズマ波動励起



- ・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

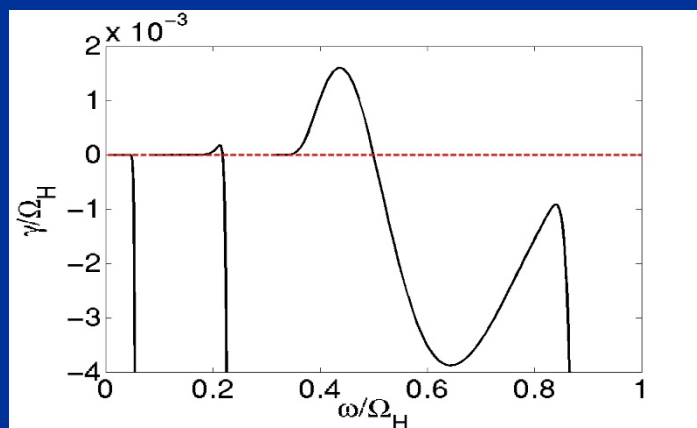
分散関係ソルバーの出力イメージ

シミュレーションと線形分散解析

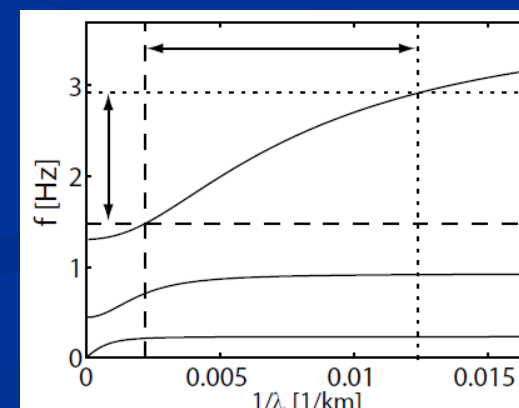


任意の時間の粒子モーメントデータから計算

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