



# 宇宙科学連携拠点ERGサイエンスセンターにおけるERGプロジェクト統合データ解析環境の構築

堀 智昭、三好由純、宮下幸長、桂華邦裕、  
小路真史、瀬川朋紀、梅村宜生 (名古屋大ISEE)、  
関華奈子 (東大)、田中良昌 (NIPR)、  
篠原 育 (JAXA/ISAS)



# Contents



- ERGプロジェクト、ERG衛星
- ERGサイエンスセンターとその目的
- ERG-SCで何をしているか
  - ERG科学データの製造・アーカイブ・公開
  - 統合データ解析ツールの開発・公開
  - 科学観測計画(衛星運用・共同観測)立案
- まとめ

# ERGプロジェクト、ジオスペース探査衛星 ERG

ERG project Movie

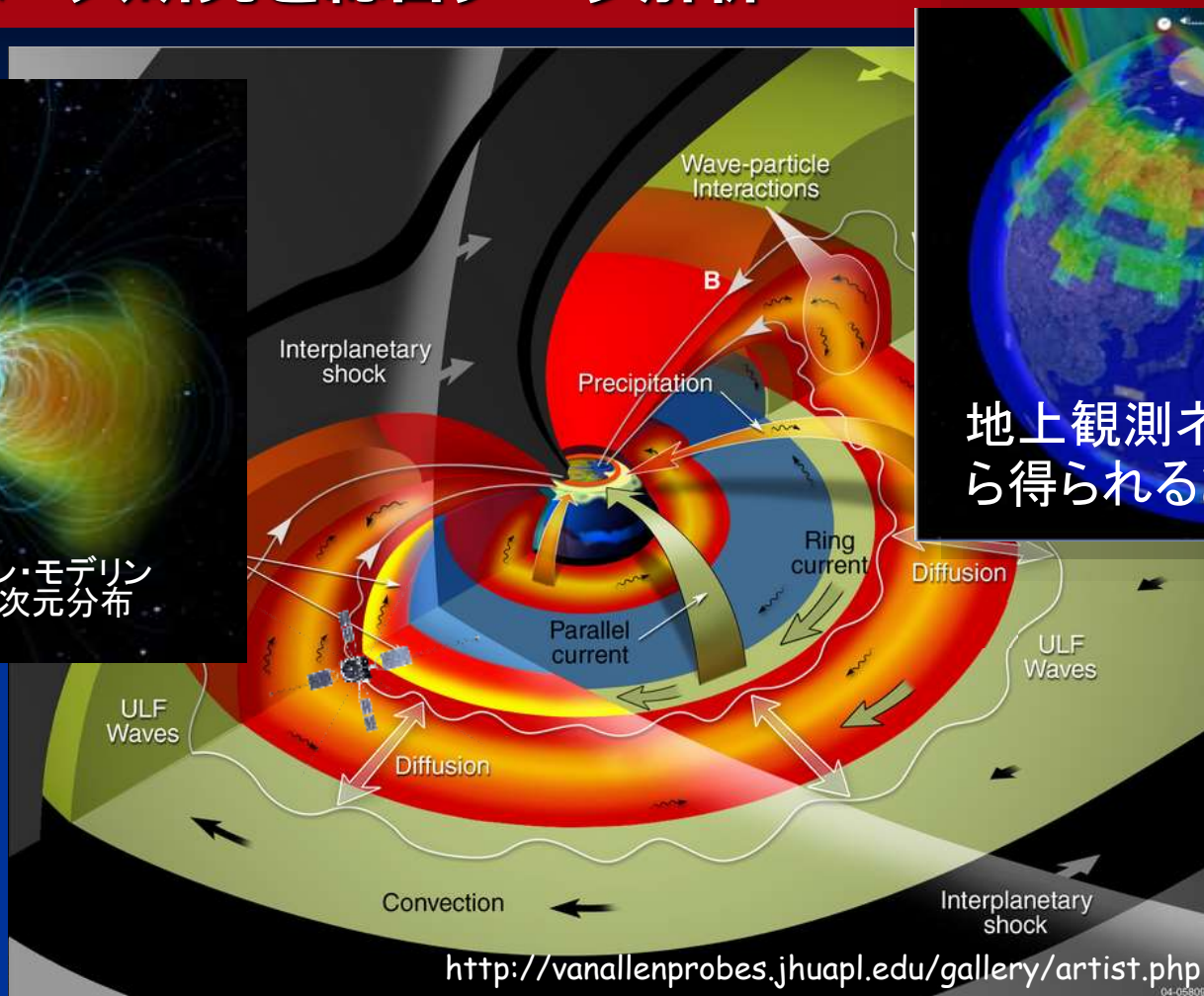
## ■ 放射線帯電子変動、宇宙嵐の解明に向けて

2016/2/12

Hori, T., ERGサイエンスセンター, 宇宙科学情報解析シンポジウム @ISAS

# ジオスペース研究と総合データ解析

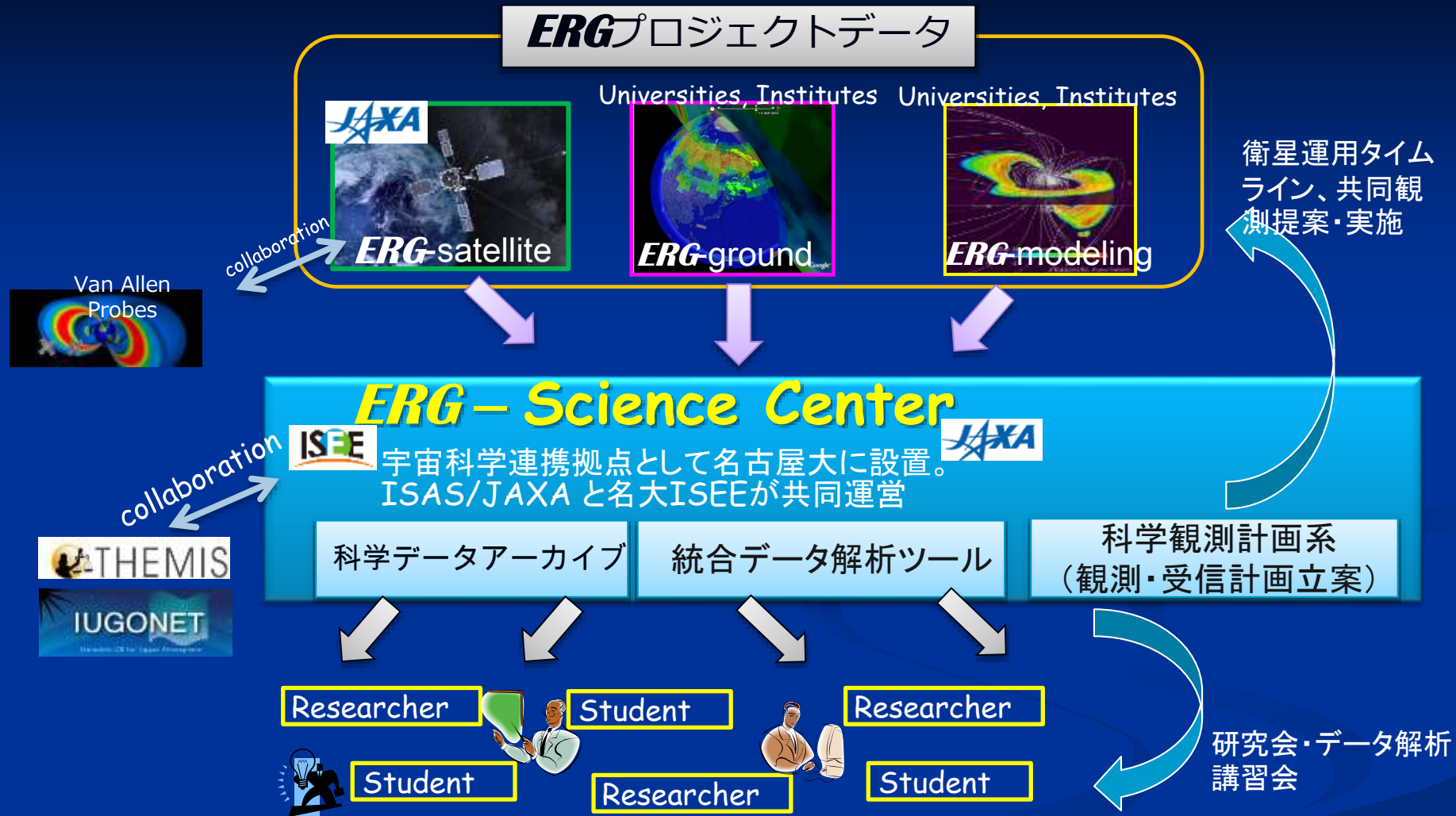
数値シミュレーション・モデリングから予想される3次元分布



地上観測ネットワークから得られる2次元分布

- 衛星データ、地上観測データ、シミュレーション・モデリングデータを組み合わせた「総合解析」が必須

# 宇宙科学連携拠点ERGサイエンスセンター



- 科学データのデータセンター・科学観測のコーディネーター・科学研究のセンターとしてのERG-SC

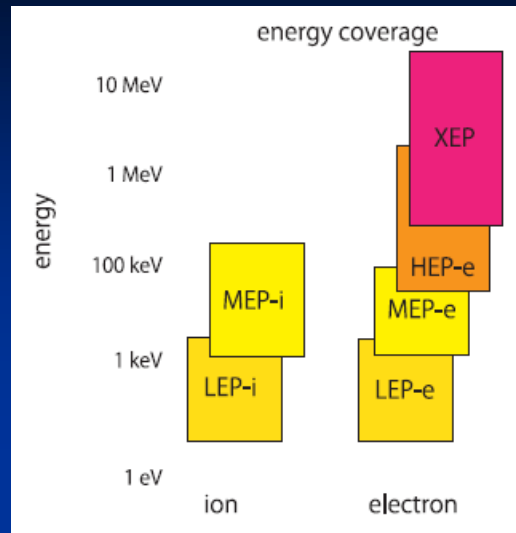


# ERGプロジェクト科学データの製造・アーカイブ・公開



Tomo HORI  
@ISEE

- LEP-i
- LEP-e
- HEP-e



- MEP-e
- MEP-I

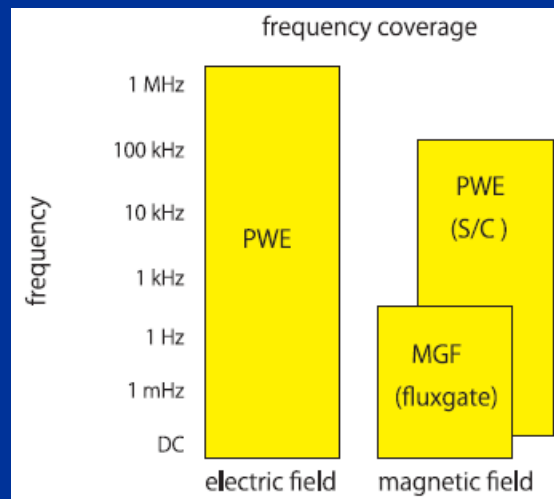


Kuni KEIKA  
@ISEE



Masafumi SHOJI  
@ISEE

- PWE



- XEP-e
- MGF



Yukinaga MIYASHITA  
@ISEE

ERG衛星のレベル2科学データ(校正・物理量変換済データ)及び高次データファイルはERG-SCによって製造・アーカイブされ、国内外の研究者向けに公開される。

# ERGプロジェクト科学データの製造・アーカイブ・公開

## 1. フラックスデータ(3D, スピン毎, 1時間1ファイル ~ 120 MBytes)

Name	中身	配列サイズ	変数型	備考
EPOCH	時刻ラベル(各スピンの開始時刻)	450(時刻: 8sスピンの1時間分の回数に相当)	TT2000	CDFファイルのうるう秒対応時刻形式。8バイト整数
FPDU	H+ 微分フラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FPEDU	H+ 微分エネルギーフラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FPDU_Energy	H+ 微分フラックス値のエネルギーチャンネルの値	2(min,max)x32(energy)	REAL4	
FHEDU	He+ 微分フラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FHEEDU	He+ 微分エネルギーフラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FHEDU_Energy	He+ 微分フラックス値のエネルギーチャンネルの値	2(min,max)x32(energy)	REAL4	
FADU	He++(アルファ粒子) 微分フラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FAEDU	He++ 微分エネルギーフラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FADU_Energy	He++ 微分フラックス値のエネルギーチャンネルの値	2(min,max)x32(energy)	REAL4	
FODU	O+ 微分フラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FOEDU	O+ 微分エネルギーフラックス値	32(energy)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	
FODU_Energy	O+ 微分フラックス値のエネルギーチャンネルの値	2(min,max)x32(energy)	REAL4	
FIDU_Angle_dsc	despun衛星座標系でのdetectorの方向(イオン種共通)	2(仰角と方位角)x3(min,cnt,max)x16(elevation)x16(azimuth)	REAL4	despun衛星座標系ではnormal中心方向(cnt)と角度幅の上限・下限(min,max, 実際はFWHM)を提供
FIDU_Angle_gse	GSE座標系でのdetectorの方向(イオン種共通)	2(仰角と方位角)x1(cnt)x16(elevation)x16(azimuth)x450(時刻)	REAL4	慣性系ではnormal中心方向のみ。慣性系では時々刻々と方向が変わるので時系列で格納。

ERG衛星のある粒子観測器データのLv2科学データの詳細設計

## 2. モーメントデータ (3D, 地上で計算?, 恐らくスピン毎, 1日1ファイル ~ 10 MBytes)

- 米国NASAより公開され太陽地球系物理分野で広く使われている自己記述型データフォーマットである**Common Data Format(CDF)**で科学データファイルを設計・製造
  - 主要言語・ソフトでAPIが提供 (Fortran, C, Perl, Java, python, IDL, Matlab, ...)
  - メタデータを自由な形式で格納可能
    - 粒子データCDFはCOSPARガイドラインに準拠
  - **統合データ解析ツールSPEDASとの親和性○**

# ERGプロジェクト科学データの製造・アーカイブ・公開

Table 1. The list of ERG ground data archived in the CDF data repository of ERG-SC.

Data name	Observed quantity	Time resolution	Observation site	Data provider
210MM magnetometer chain data	DC geomagnetic field vector	1 sec 1 min 1 h	Japan, Russia, Indonesia, Australia, etc. 33 sites for 1 min/1 hour data, 5 sites for 1 sec data	A. Yoshikawa, Kyushu Univ.
STEL magnetometer data	DC/AC geomagnetic field vector	1 sec 1 min 1 h 64 Hz (AC)	Japan, Russia, Indonesia, Canada, New Zealand. 4 sites for 1 sec data, 6 sites for 1 min data, 5 sites for 64 Hz	K. Shiokawa, STEL, Y. Obana, OECU
MAGDAS magnetometer data	Geomagnetic field vector	1 sec	Asia, Pacific, North America, Australia, Africa, etc. 1 sec data for 16 sites	A. Yoshikawa, Kyushu Univ.
SuperDARN common time fitacf data	Ionospheric plasma convection velocity	~1 min	World-wide, mid. to high latitudes	SuperDARN PI groups*
OMTI all-sky imager data	Aurora / airglow image	~1-2 min	Japan, Canada, Russia, Indonesia, Australia, Antarctica, Hawaii, Norway (15 sites)	K. Shiokawa, STEL

\*The list of SuperDARN PIs can be found at the Virginia Tech SuperDARN website at <http://vt.superdarn.org/tiki/index.php?page=Radars+Overview>.

Hori et al., CDF data archive and integrated data analysis platform for ERG-related ground data developed by ERG Science Center (ERG-SC), *J. Space Sci. Info. Jp.*, 2015. [← JAXAリポジトリで公開](#)

- ERG連携地上観測データも引き続き最新データを製造・アーカイブ。
  - 関係研究者コンソーシアムで設計 → **同種データのファイルの標準化**
- H27年度は新たに地上VLF/ELF電磁放射データ(国内外2地点)のデータファイル設計を行い、現在データファイル製造・アーカイブ作業中。



# 統合データ解析ツールの開発・公開

## Space Physics Environment Data Analysis Software (SPEDAS)

過去・現役の  
STP分野の衛星

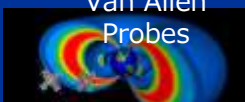
データリ  
ポジトリ



THEMIS



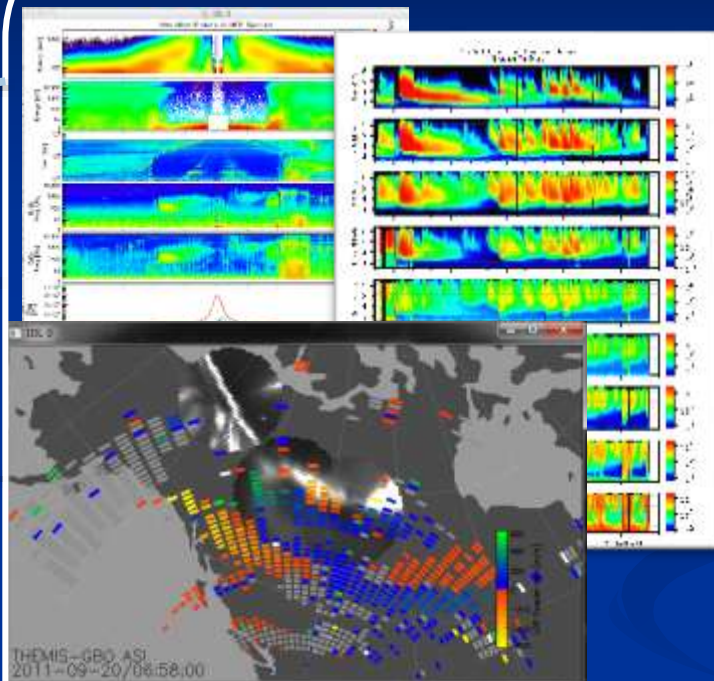
Van Allen  
Probes



自動データ  
ファイルダ  
ウンロード  
機能を持つ  
APIをデー  
タ毎に開発  
・リリース



IUGONET



- 米国THEMIS衛星・地上観測データの解析ツールとしてUCB, UCLAで開発・リリース (当時はTDAS)。IDLスクリプトの集合体。
- 昨年くらいからSTP分野のコミュニティツールを目指して、THEMISデータ部をモジュール化。他データを取り込みやすいようにAPI等を整理 → SPEDAS
- データ読み込みプログラムは自動でデータファイルをダウンロード・保存
- 異なる時系列データのプロットを並べたり時系列解析することが容易。配列数・構造を意識せずにプログラミング可能。



ERG衛星デ  
ータ



ERG連携地上  
観測データ



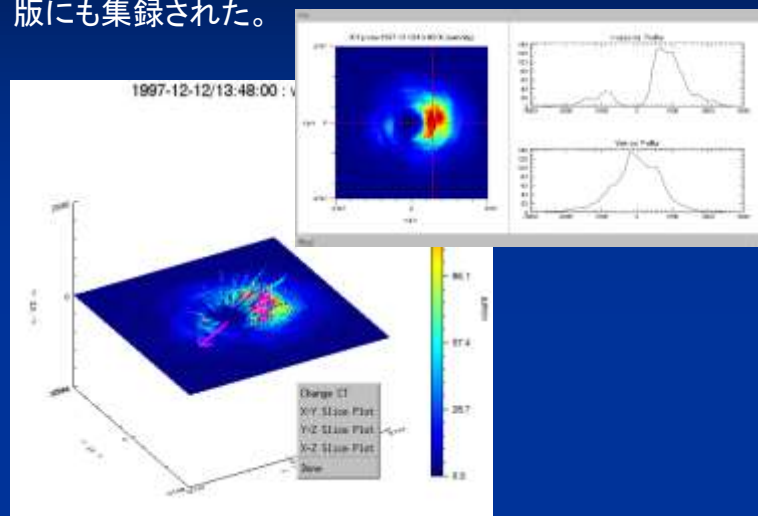
シミュレーション・  
モデリングデータ

ERG-SCでSPEDAS用の  
API及びデータリポジトリを  
開発・公開、SPEDASとい  
う国際標準化にも参画

# 統合データ解析ツールの開発・公開

## 粒子3次元速度分布可視化ソフト

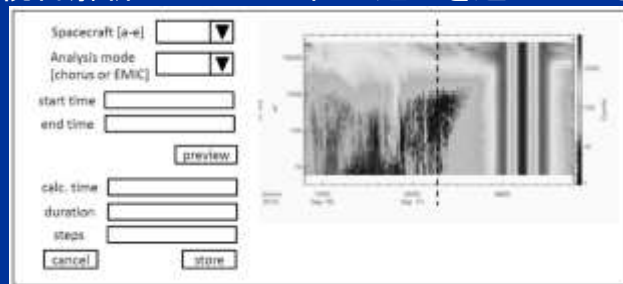
IDL/SPEDASベースで開発中。H27年度は各種機能拡張を行い、最近本家SPEDASの開発版にも集録された。



宇宙科学情報解析論文誌に論文を投稿準備中

## プラズマ波動解析補助ツール

プラズマ波動の分散関係を解くツールを開発中。統合解析ツールへの組み込みを進めている。

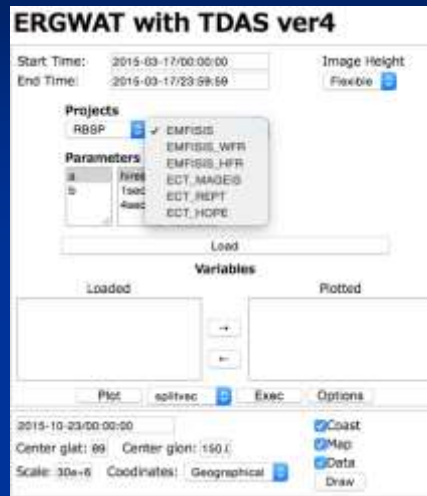


2016/2/12

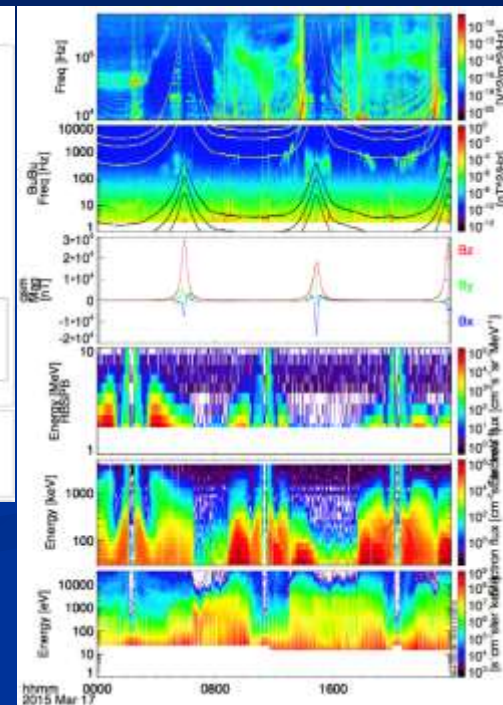
Hori, T., ERGサイエンスセンター, 宇宙科学

## ERG Web Analysis Tool (ERGWAT)

特にH27年度はVan Allen Probes衛星の主なデータ解析を実装する等の機能拡張を行った。



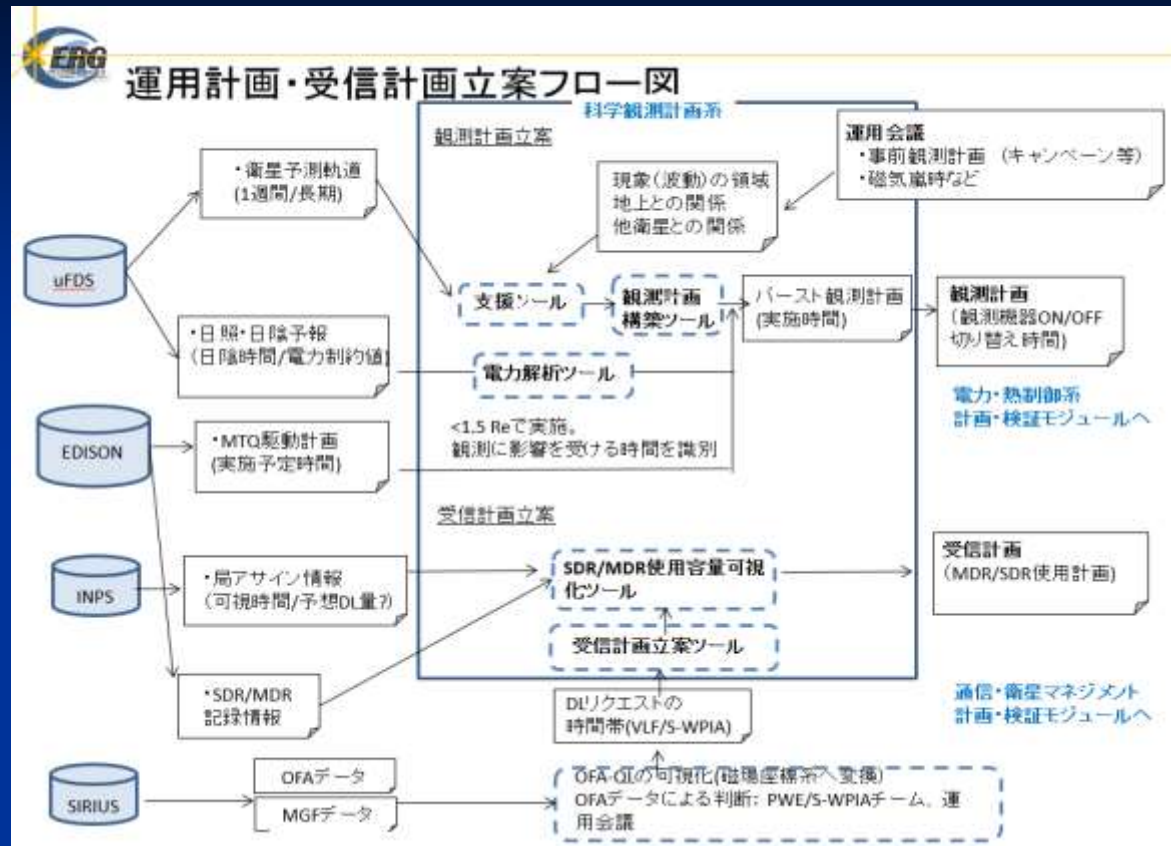
宇宙科学情報解析論文誌に論文を投稿中



統合解析ツールSPEDASを使った衛星データ解析講習会を開催 @台湾中央研究院 (2015年4月)



# もう1つのERG-SCの重要なタスク：科学観測計画の立案



## ERG地上系のデータ利用系（科学観測計画系）を担当

### ■ 観測計画立案

- 現象の観測予測、波動バースト観測スケジュール、MDR/SDR使用計画  
→ **ERG-SC**で観測計画コマンドを含むタイムラインを作成

### ■ 受信計画立案

- 観測データの即時処理、対象波動観測時間帯の特定  
→ **ERG-SC**でデータダウンリンクコマンドを含むタイムラインを作成



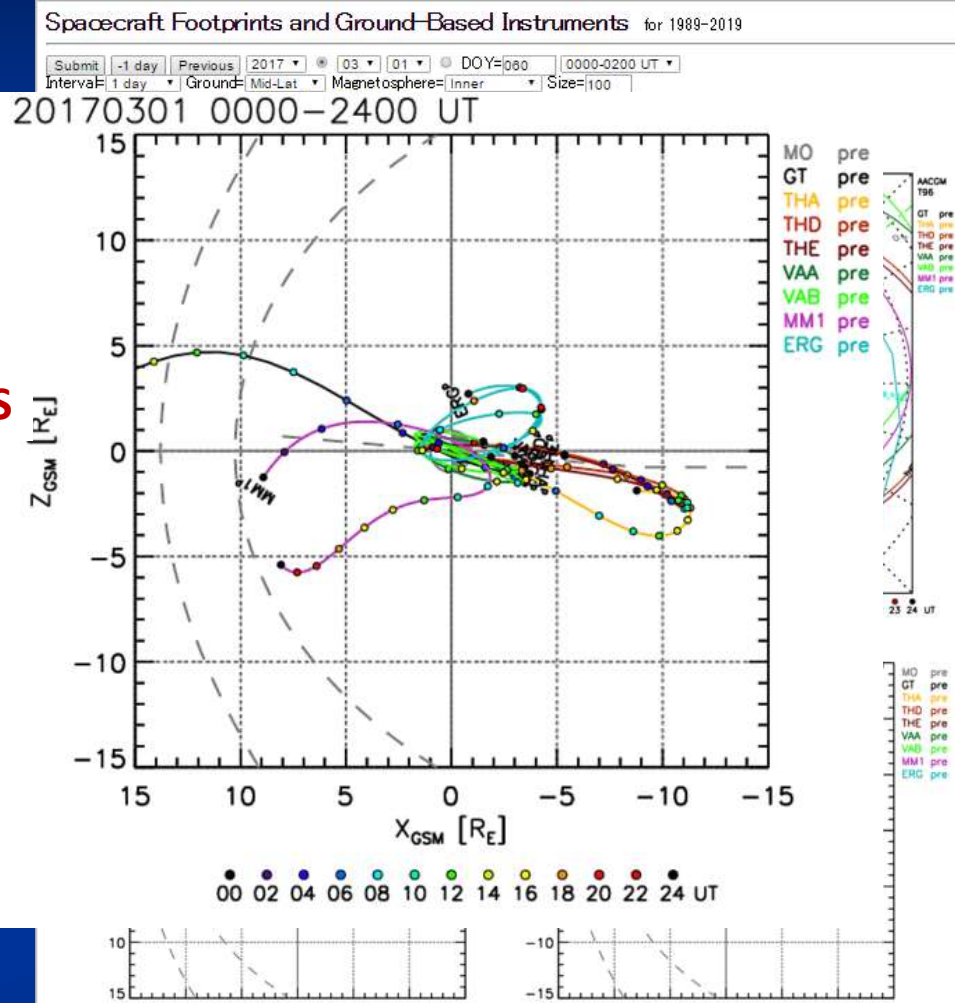
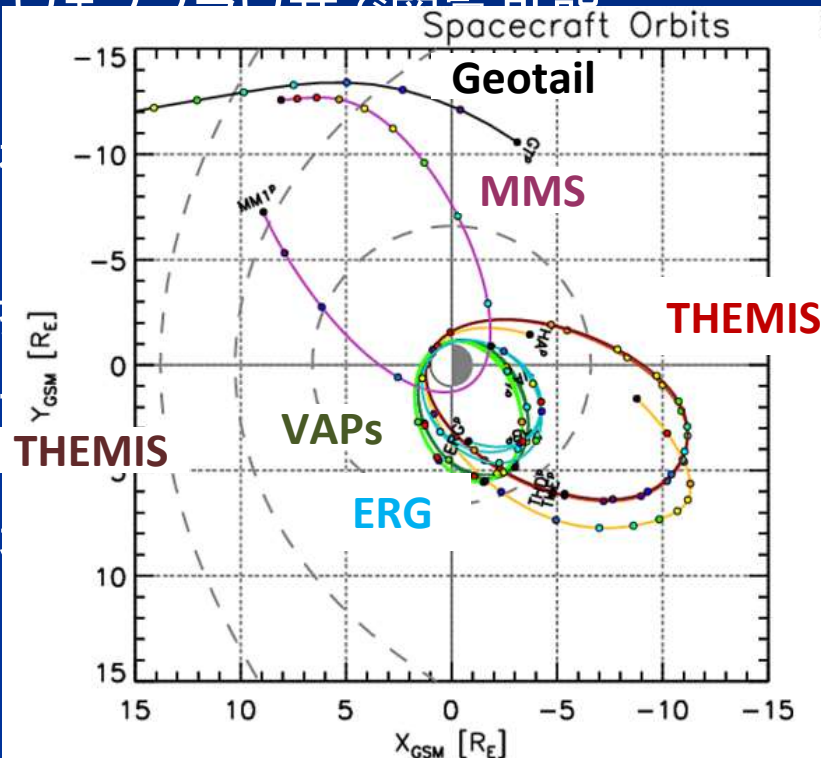
# Conjunction Event Finder (CEF) ～衛星-地上連携ツール

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

Google

CEF, ERG

- 衛星軌道とfootprintのQLプロットをウェブブラウザで閲覧可能



- 各種衛星・地上観測データのQL図にもリンク。

# まとめ

- H28年度のERG衛星打ち上げに向けて、ERG-SCではERGプロジェクトデータの統合データ解析環境構築を含む、「ジオスペース総合解析研究」をプロデュースするための準備を続けている。
  - 衛星及び地上・シミュレーション/モデリングデータの設計、アーカイブ、公開
  - 統合データ解析ツールの開発・公開
  - ERG衛星観測計画の立案、関連プロジェクトとの共同観測のコーディネート