

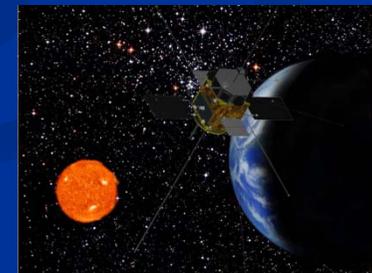


ERG サイエンスセンターにおける ジオスペースデータベースと 統合解析ツール

宮下幸長、三好由純、関華奈子、
堀 智昭、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 (ISAS/JAXA)
ERG サイエンスセンタータスクチーム

2013/02/15 宇宙科学情報解析シンポジウム



本講演の内容

- **ERG** プロジェクトの紹介
- **ERG** サイエンスセンターの概要

- 太陽地球系物理学 (STP) 分野の
データベース・データ解析環境の現状
↓
- **ERG** サイエンスセンターの取り組み
 - 観測データのCDFファイルへの統一、データベースの構築
 - 統合解析ツール (TDAS用プラグイン) の開発
 - ウェブ上の解析ツール (ERGWAT) の開発

ERGプロジェクトの概要

ERG: Energization and Radiation in Geospace

現太陽活動期におけるジオスペース探査プロジェクト

目的: ジオスペースにおける相対論的電子の加速と
宇宙嵐のダイナミクスの解明
(サブオーロラ帯につながる内部磁気圏が探査領域)

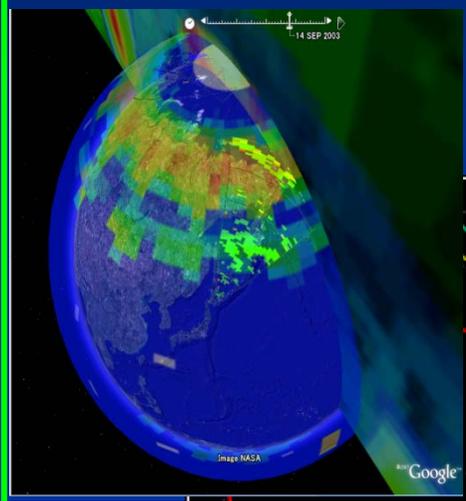


ERG 衛星: JAXAジオスペース探査衛星(2015/12打ち上げ)
ジオスペース赤道面でプラズマ総合観測を実現
海外(アメリカ、ロシア)のジオスペース探査計画と協調

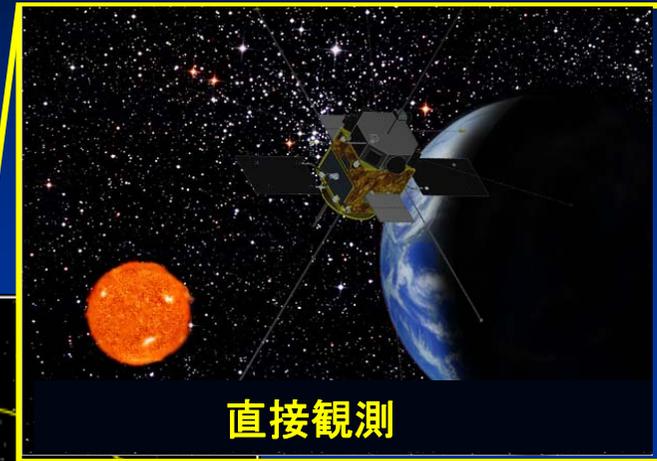
ERG プロジェクトチーム (衛星・地上・モデルの三位一体体制)

ERG-地上ネットワーク

リモートセンシング

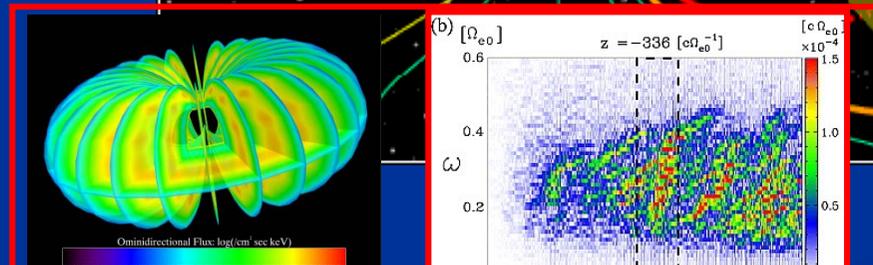


ERG-衛星



直接観測

ERG-理論・シミュレーション・総合解析



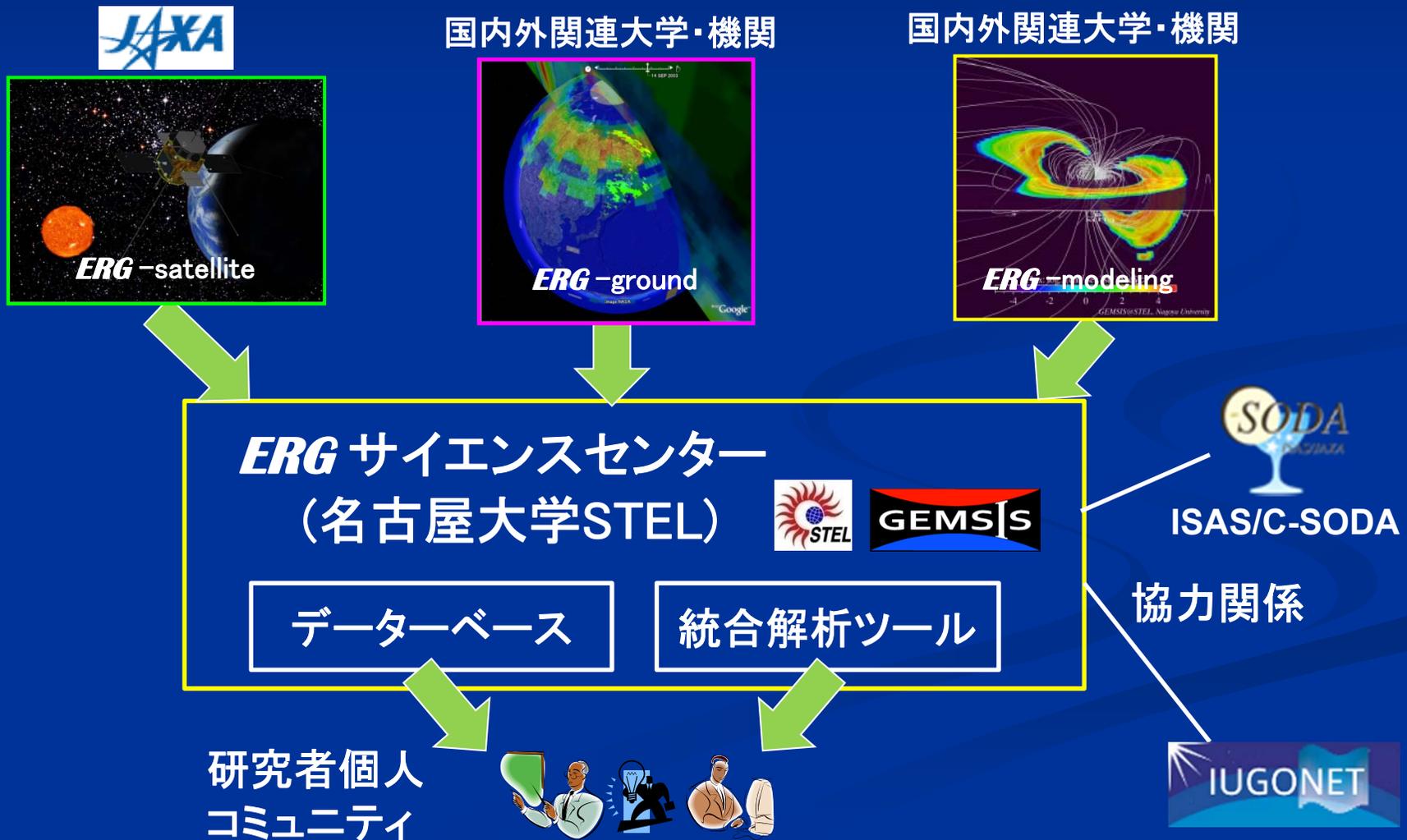
マクロ・マイクロシミュレーション

ERG-science coordination team

ERG-プロジェクトサイエンスセンター

現在、WGメンバーは約100名(22研究機関)

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



ERG サイエンスセンターのタスク

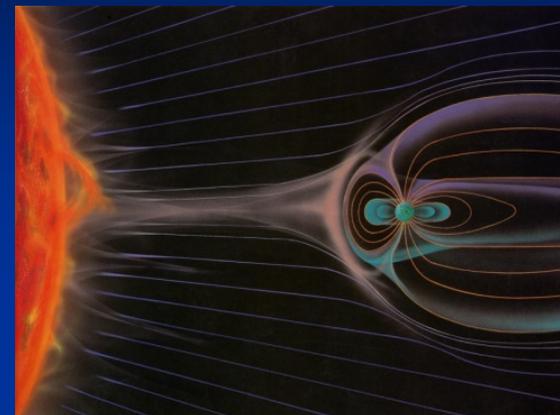
- **ERG** 衛星および関連データ(地上観測、モデリング)のアーカイブ
- サイエンスデータ公開のためのスケジュール管理
- 衛星、地上、数値モデルデータを統合して解析可能な総合解析ツールの開発、提供。
- 国内外の各種プロジェクト(IUGONET、THEMIS等)と連携して進めている。

STP分野の多種多様なデータ

- 太陽から地球近傍の宇宙空間のプラズマ現象が対象。

→ 太陽-太陽風-磁気圏-電離圏-地上の
多種多様な人工衛星・地上観測による
データを総合的に解析する必要がある。

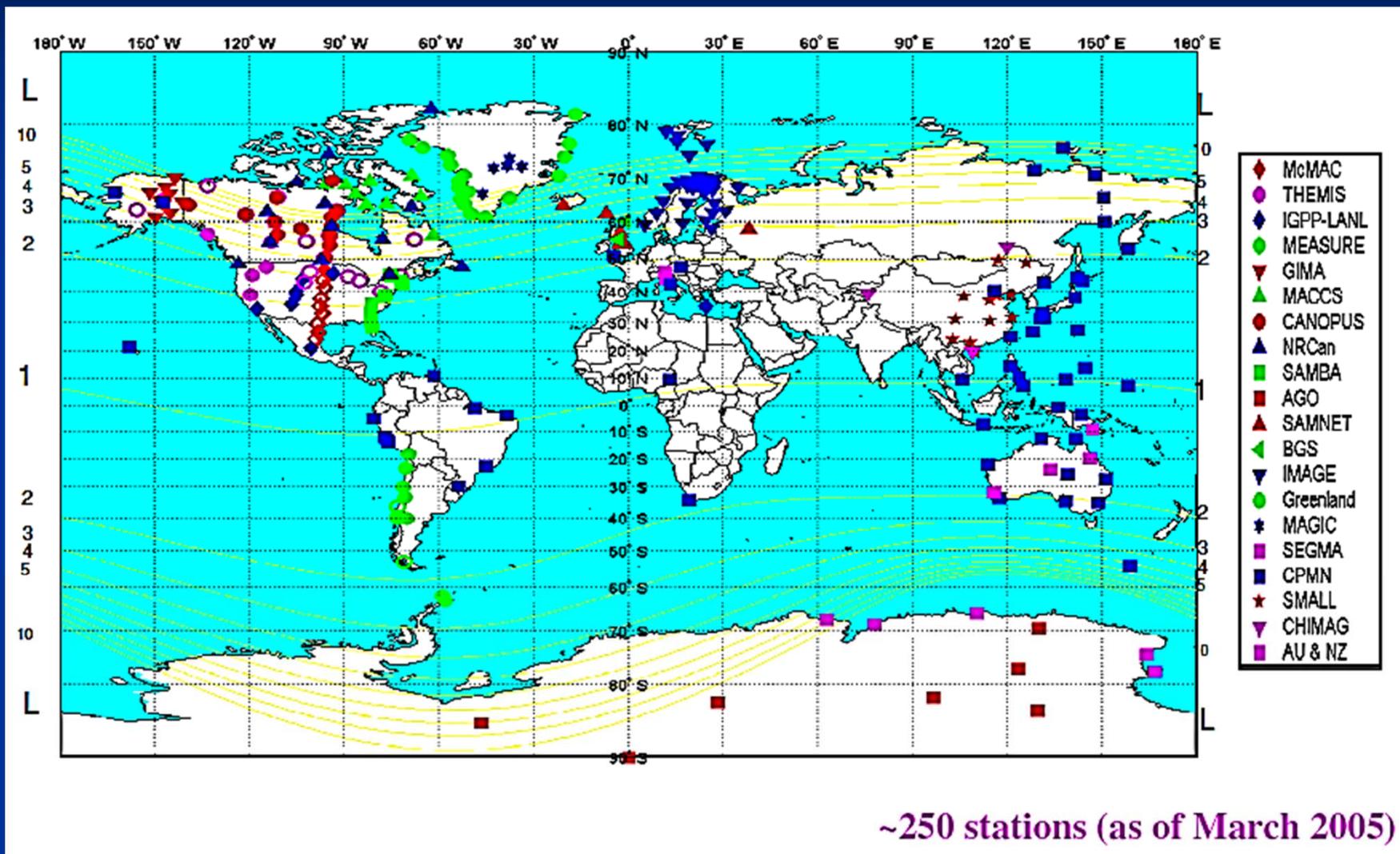
～ 太陽地球系物理学(STP)分野の特徴



- 人工衛星・観測機器によるデータ
 - 最近衛星が増えてきた。今後も増えるだろう。
現在、磁気圏に10数機。(静止衛星を含む)
その他、低高度、太陽風に10機以上。
 - 磁場、電場、波動、粒子、撮像(オーロラ、ENAなど)
 - 地上観測データ: 地磁気、レーダー、オーロラカメラ、波動、など
 - 最近充実してきた。
- 全部で数10から100種類以上にものぼる。

地磁気観測所の分布

たとえば、地磁気観測網は20以上もある。全部で 約250地点。

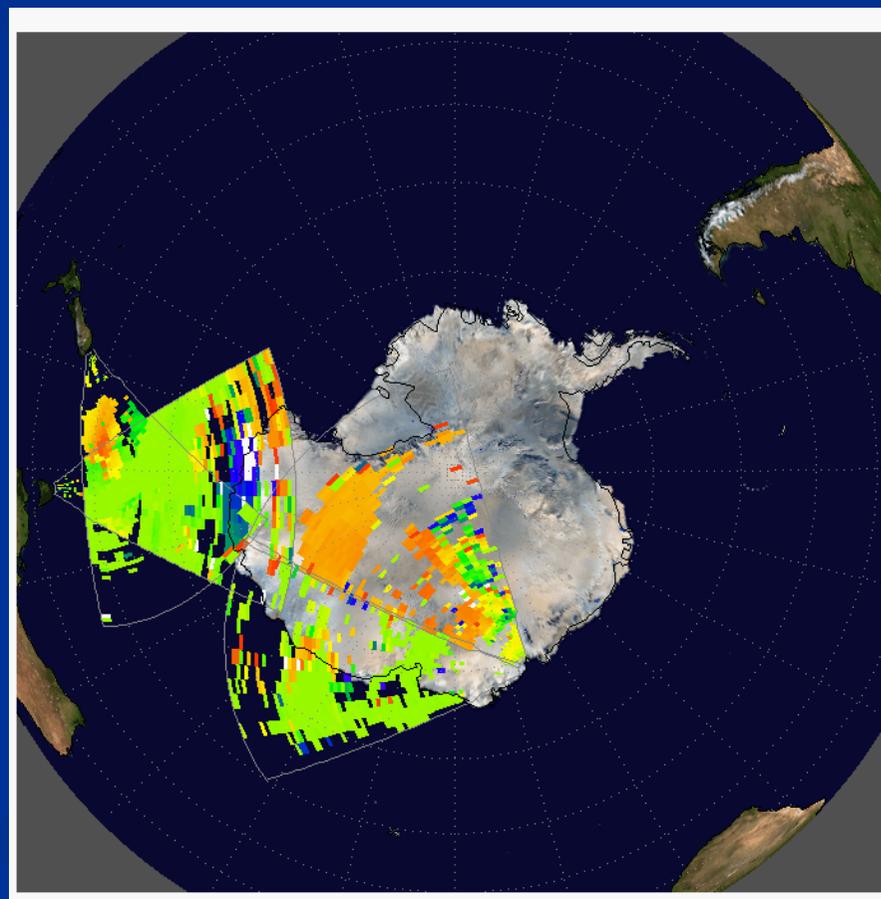
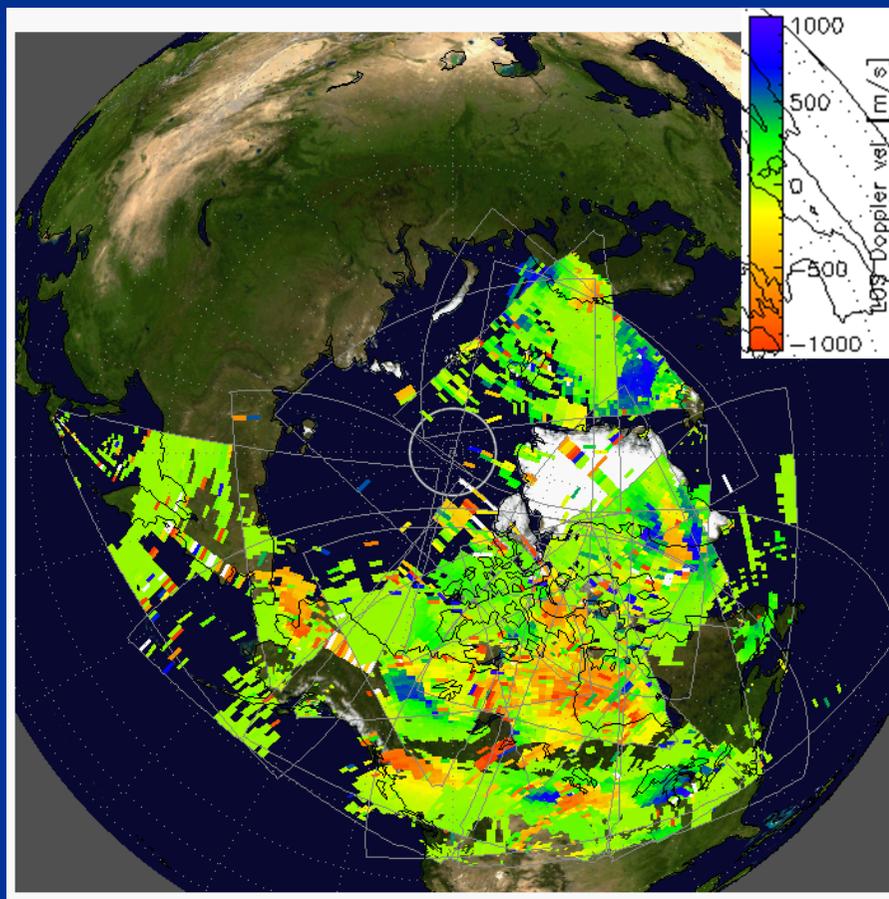


ULTIMA: <http://www.serc.kyushu-u.ac.jp/ultima/ultima.html> より

SuperDARNデータ

HF帯coherentレーダー

数千km範囲での極域・中緯度電離圏E、F層プラズマ対流を計測
北半球21基、南半球11基（ここ数年で中緯度に拡大）



データベース・データ解析環境の現状

- **データがある場所：**

世界各地の研究機関・大学等に分散している。
各機関が独自にウェブ上で公開していることが多い。
(ただし、一部は、NASAなど総合データベースもある。)

- **ファイル形式・フォーマット：**

基本的には、提供元がそれぞれで決めている。
プロジェクトごとに異なり、統一されていない。
ASCII (中のデータの並び方はいろいろ)、
CDF、UDF、FITS、独自バイナリー、…
(最近では、CDFが多い)

- **プロット作成・解析ツール：**

統合的に一括して扱えるものはあまりない。
データごとに個別に対応しなければならない。

→ データの種類が多いので、非常に煩わしい。効率が悪い。

ERGサイエンスセンターの取り組み

取得したデータを使いやすく、解析しやすくするために、

- データのファイル形式をCommon Data Format (CDF)に揃える。
- 各種データを共通の統合解析ツールで解析できるようにする。
→ THEMISデータ解析ツール

THEMIS Data Analysis Software (TDAS)を採用。

プラグインを開発して、正式版に組み込む。

- ウェブ上の解析ツール(ERGWAT)の開発
- 現在は、ERG計画に関係のある各種地上観測データについて、作業を進めている。
 - 地磁気とHFレーダーは大部分が完了。
 - カメラはこれから。
 - 来年度から衛星データについても開発を本格的に開始。

CDF DB構築・TDAS実装の状況・今後の予定

CDF公開、TDAS正式版にデータロードプログラムを実装、リリース済

- 地上磁場 (フラックスゲート) <宮下、田中+国内コンソーシアム>:
210 MM 1分値, NIPR --- 2011/03 with TDAS 6.0
- 国内機関SuperDARNレーダー <堀+国内コンソーシアム>:
fitacfデータ(3秒-2分値, 4レーダー) STEL, NICT, NIPR --- 2012/03 with TDAS 7.0
- 地上磁場 (サーチコイル) <宮下>: STEL --- 2012/03 with TDAS 7.0

CDF作成終了、PI公開許可待ち、TDAS正式版には未実装

- 地上磁場 (フラックスゲート) <宮下>: 210 MM 1秒値(5地点)
- 地上磁場 (フラックスゲート) <瀬川、阿部>: MAGDAS1秒値データ (18地点)
- SuperDARNレーダーデータ<堀>: fitacfデータ(3秒-2分値, 23レーダー) (データは公開中)

CDF設計・作成中

- リオメーター <田中, 佐藤>: NIPR
- 地上磁場 (サーチコイル) <田中, 佐藤>: NIPR
- VLF <三好>: STEL
- 全天カメラ <宮下, 田中>: STEL, NIPR
- LF電波<八木, 土屋>: 東北大

CDF化予定

- VLF <田中, 佐藤>: NIPR
- 地上磁場 (フラックスゲート): NICT
- 地上磁場 (サーチコイル): 東北大

CDFにする利点

- **STP分野の衛星データの多くがCDF** (NASA/GSFCが主導)
- 既にNASAから提供されているライブラリにより、プラットフォームに依存せず、かつ、いろいろな言語(C、Fortran、IDL、Matlab、Perl、C#、…)で読める。
- メタデータを実データファイルに埋め込むことができる。
 - プロット作成をある程度自動化。DBアプリとの連携が可能。
- バイナリファイルのため、読み書きが高速。
 - 次元数が多いとテキストデータでは効率が悪い。
- データ・データ変数・メタデータの付け加え、書き換えが容易。
- 自己記述型フォーマットのため、データの構造をプログラムで動的に読み取ることができる。
 - データ構造に依存しない形で、読み込み→処理 のようなプログラムを書きやすい。

TDASとは

- THEMISデータ解析ツール (THEMIS Data Analysis Software)
- もともとUCBで開発された。(FAST衛星、Cluster衛星)
- 現在は、THEMIS/ARTEMIS、Van Allen Probes衛星や地上データの解析のために公開され、世界中で広く使われている。
- さらに、火星ミッション(MAVEN)などでも使用予定など、ますます共通ツールになりつつある。
- 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能)
- ネットワーク上のデータを収集・アーカイブする機能。
- CDFファイルなら、読み込みが簡単。他の形式でも読み込み可。
- データを読み込めれば、既存の各種解析ルーチンを使用可能。

TDAS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
→ ⑤まで自動的に
実行される。

- ・ 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



② 最新データを
を確認

③ 最新データを
ダウンロード



TDAS
on IDL

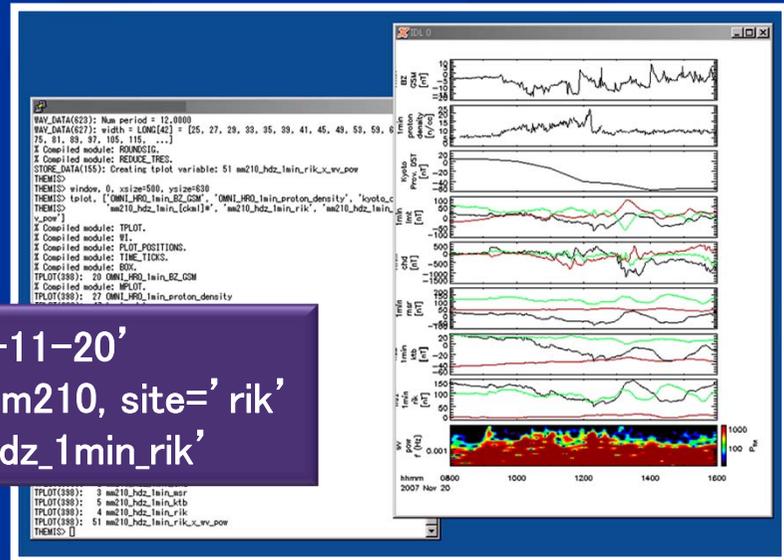
④ 自動で
ディレクトリ
を作成、
整理して
保存

⑤ データを
tplot変数
として格納



⑥ データの
処理、解析、
プロット

```
> timespan, '2007-11-20'
> erg_load_gmag_mm210, site='rik'
> tplot, 'mm210_hdz_1min_rik'
```



TDAS実装用のプラグイン

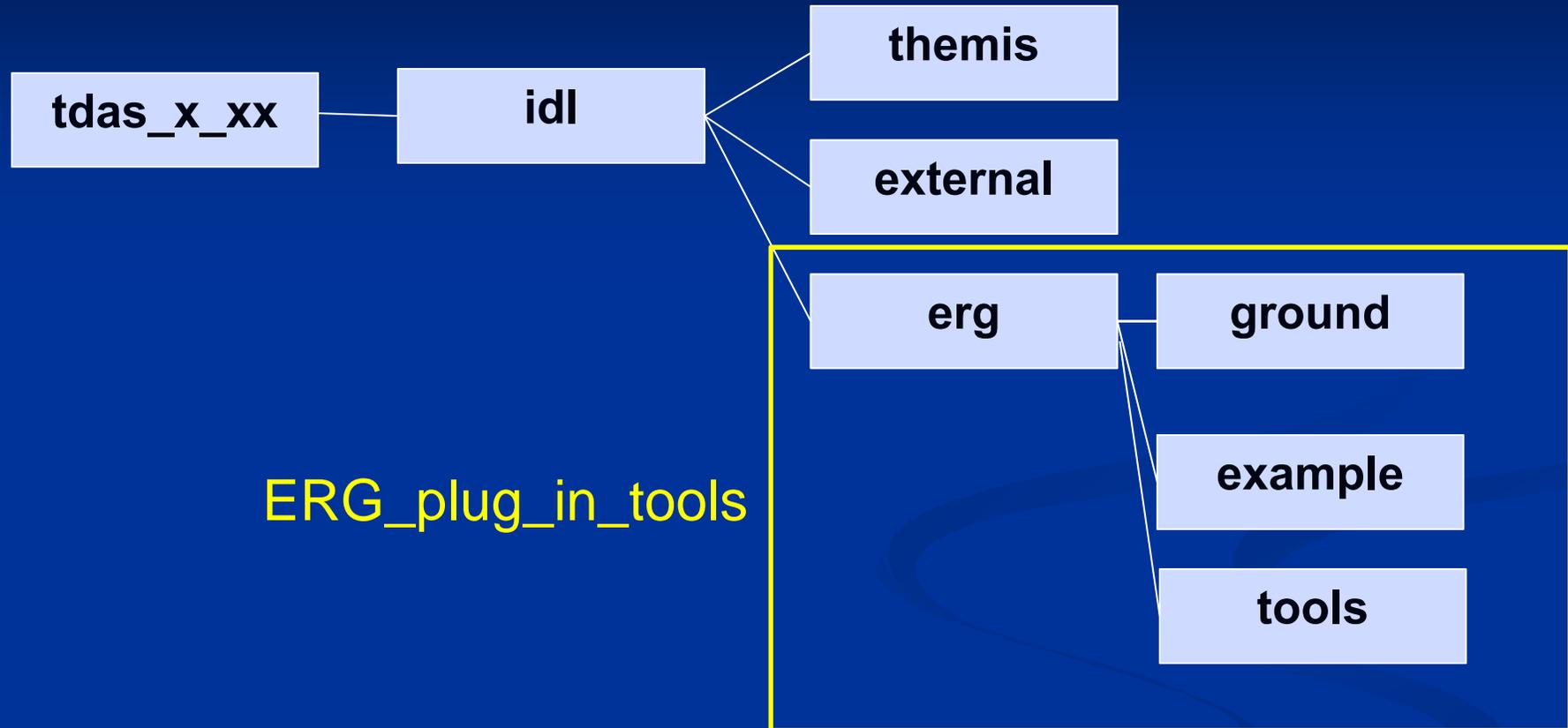
http://gemsissc.stelab.nagoya-u.ac.jp/erg_socware/erg_plugin_2_00/
THEMISプロジェクト(UCB SSL)から配布されるTDAS本体に実装。

既実装プロシージャ (elg_plugin_2_00)

- 210度地磁気1分値データ
- NIPR地磁気1秒値データ
- SuperDARNデータ
- STEL 誘導磁力計データ



TDAS内部のディレクトリ構造



ERGプロジェクトに関連するデータにアクセス可能
解析コマンドは共通に利用可能

ERG-SCによるTDASプラグインの使用例

TDASの機能

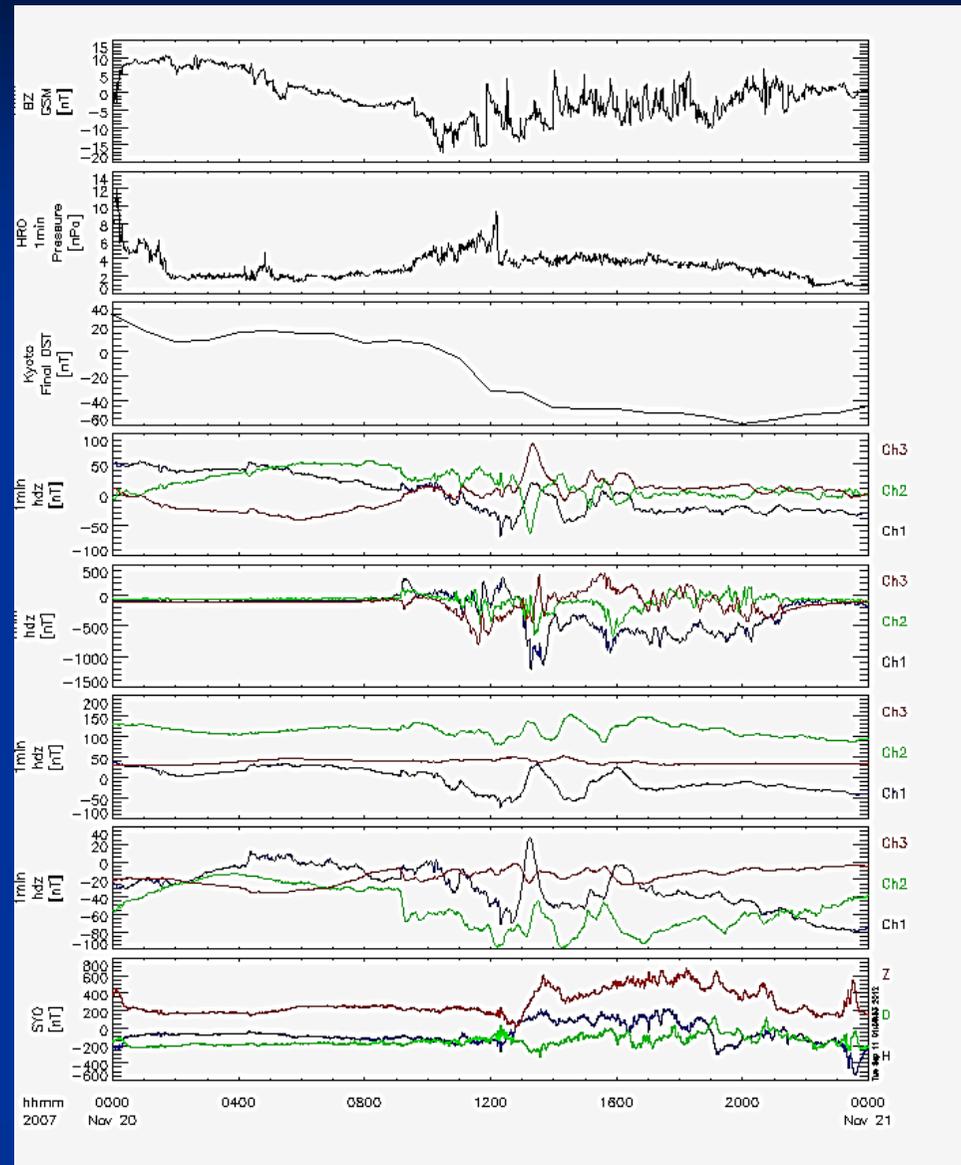
太陽風のデータ

Dstのデータ

ERG-SCによって追加された機能

210度地磁気観測点のデータ

昭和基地 地磁気観測点のデータ



ERG-SCによるTDASプラグインの使用例

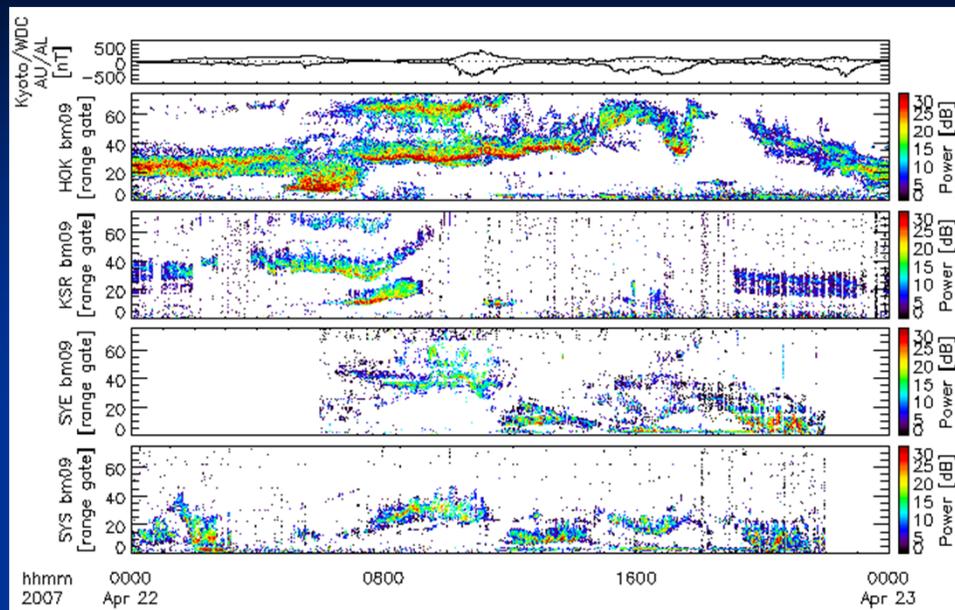
地磁気 AU/AL 指数

北海道レーダー(STEL)のプロット

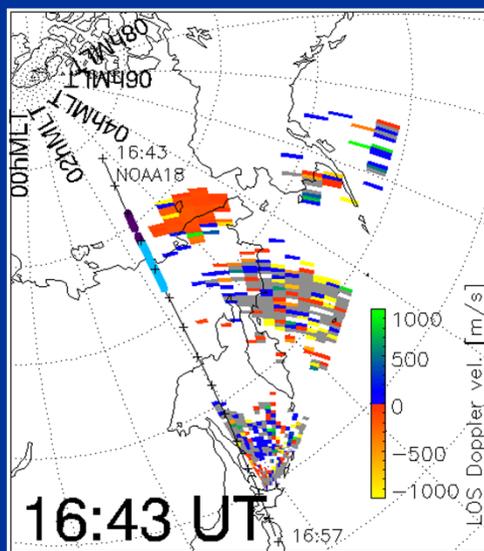
KSRLレーダー(NICT)のプロット

SYEレーダー(NIPR)のプロット

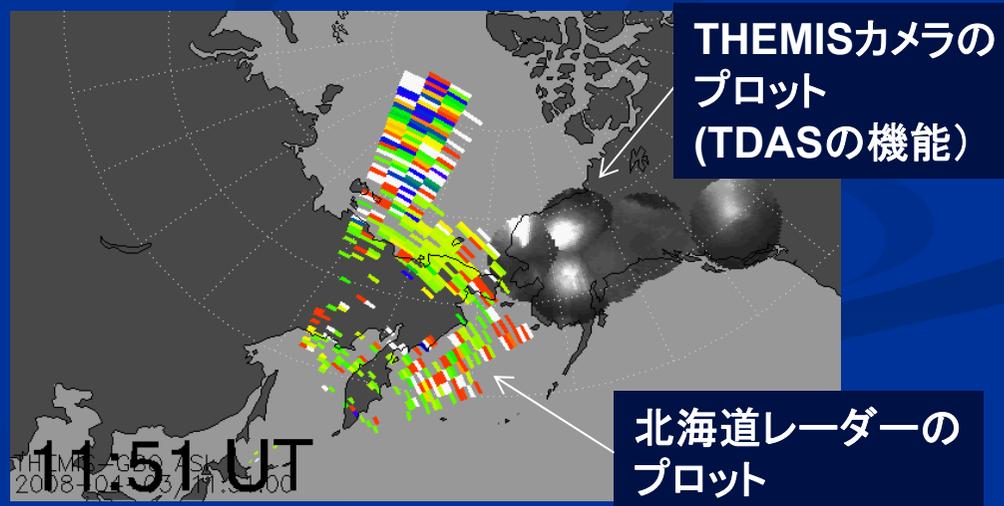
SYSレーダー(NIPR)のプロット



SuperDARN + 衛星軌道のフットプリント



SuperDARN + 他の地上観測データ

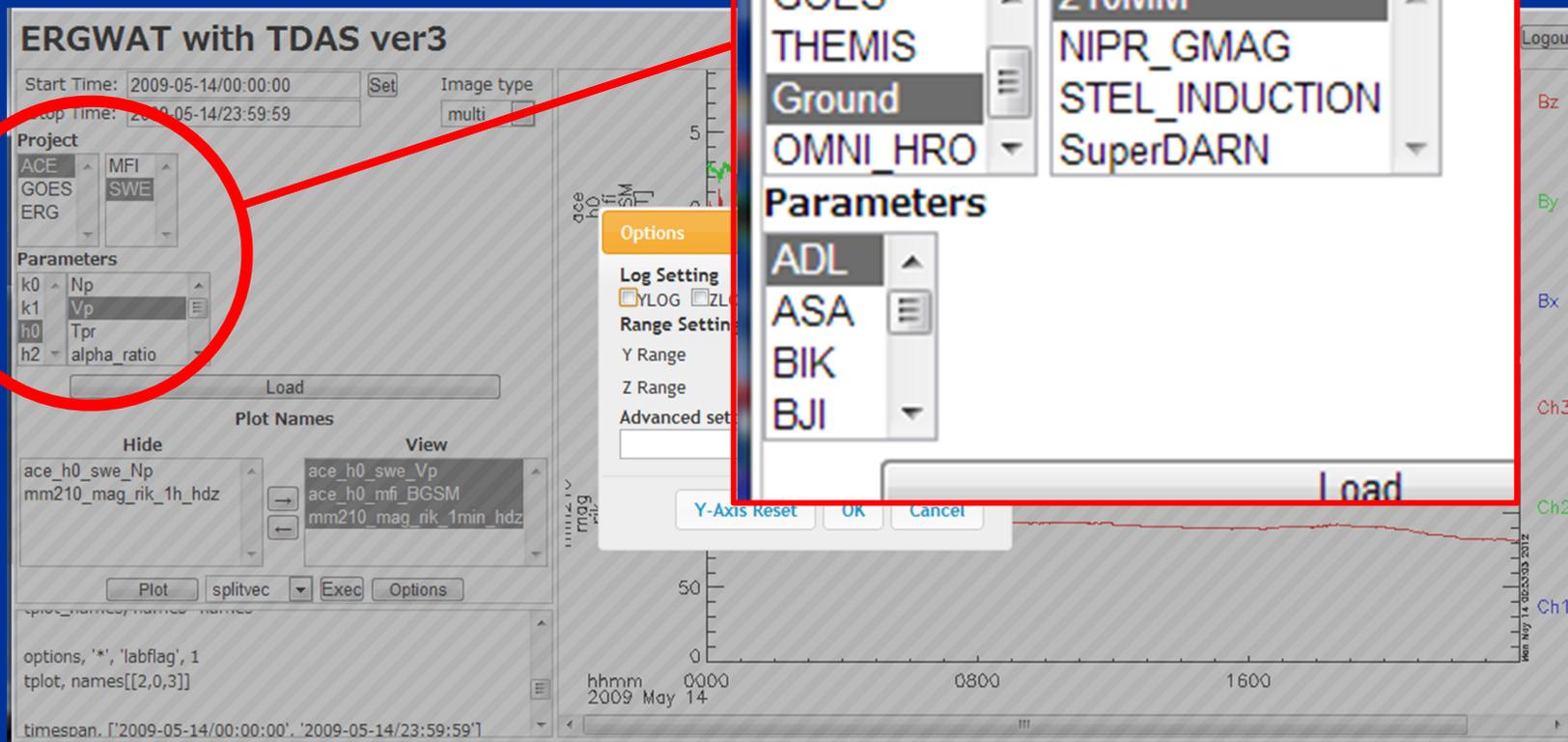


TDASにおける検討課題

- データの使用ポリシーを徹底する仕組み。
(データにより異なる)
- 地上データ特有の可視化のためのTDAS用ツールは開発項目。
- データサーバのURLは、常に管理する必要がある。
- メタデータ検索システムの活用ができないか？

ERGWAT (ERG Web Analysis Tool) の開発

- ウェブ上での解析・可視化ツールの開発 (α版を東北大と共同開発)
<http://gemsissc.stelab.nagoya-u.ac.jp/ergwat/login.cgi>
 - 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.3を公開・開発中



まとめ

- **ERG** サイエンスセンターでは、TDASという共通環境上で、衛星・地上データをシームレスに読み込んで可視化するようなツールを開発中。
- そのために、各種地上観測データをCDFファイルへ変換し、TDASでの読み込み・可視化ツールと合わせて公開を進めている。
- ウェブ上でのオンデマンド解析・可視化ツール(ERGWAT)の開発も進めている。