

# ジオスペース探査衛星プロジェクト *ERG*

三好由純、篠原育、高島健、浅村和史

*ERG* プロジェクトグループ



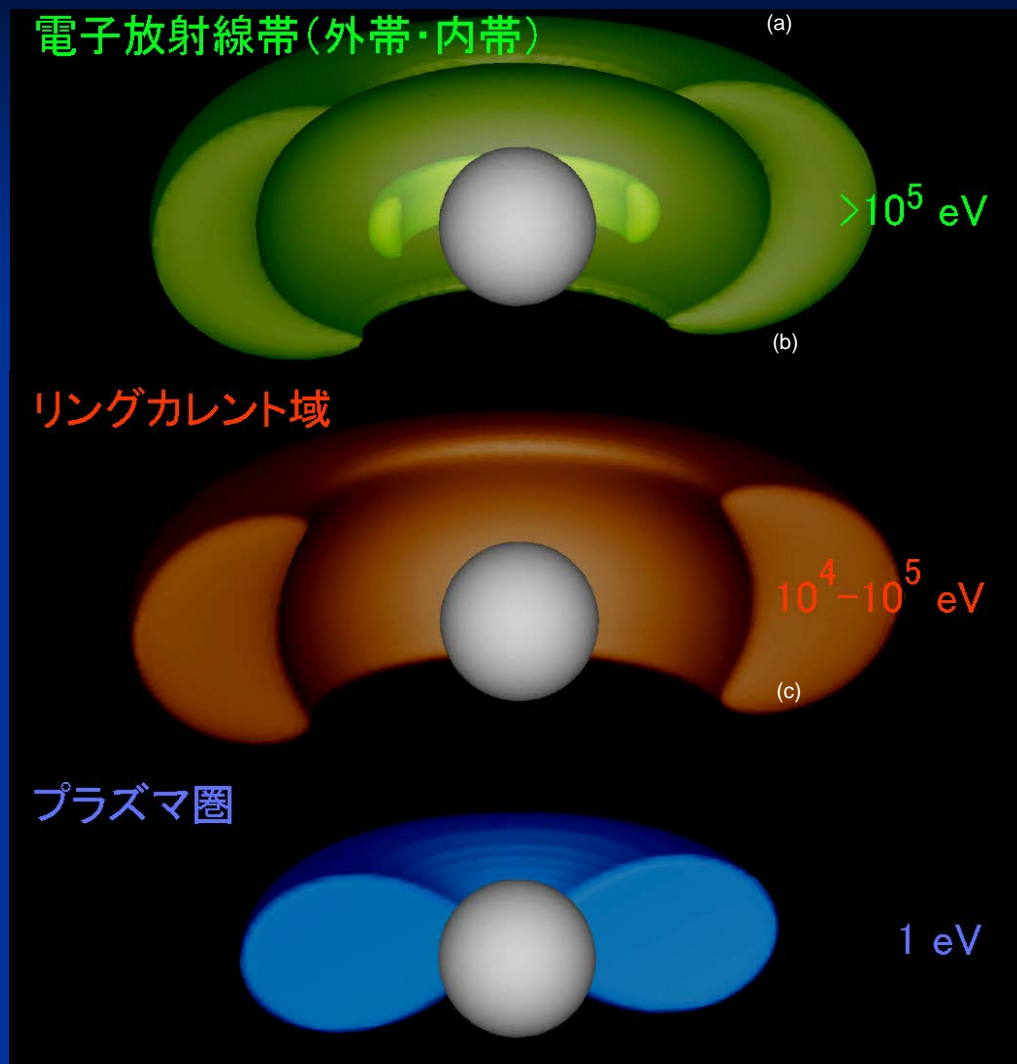
- P-148: ジオスペース探査衛星(ERG)のシステム概要： 中村他
- P-149: ERG衛星搭載ソフトウェア型波動-粒子相互作用解析装置 (S-WPIA)の開発現状： 足島他
- P-150: ERGにおける熱制御材劣化： 柴野他
- P-151: ジオスペース探査衛星ERG地上系システムの概要： 小川他

# ジオスペースの多様なプラズマ・粒子群

**放射線帯** : 数 MeV

**リングカレント** : 10~100 keV

**プラズマ圏** : ~ 1 eV (高密度)

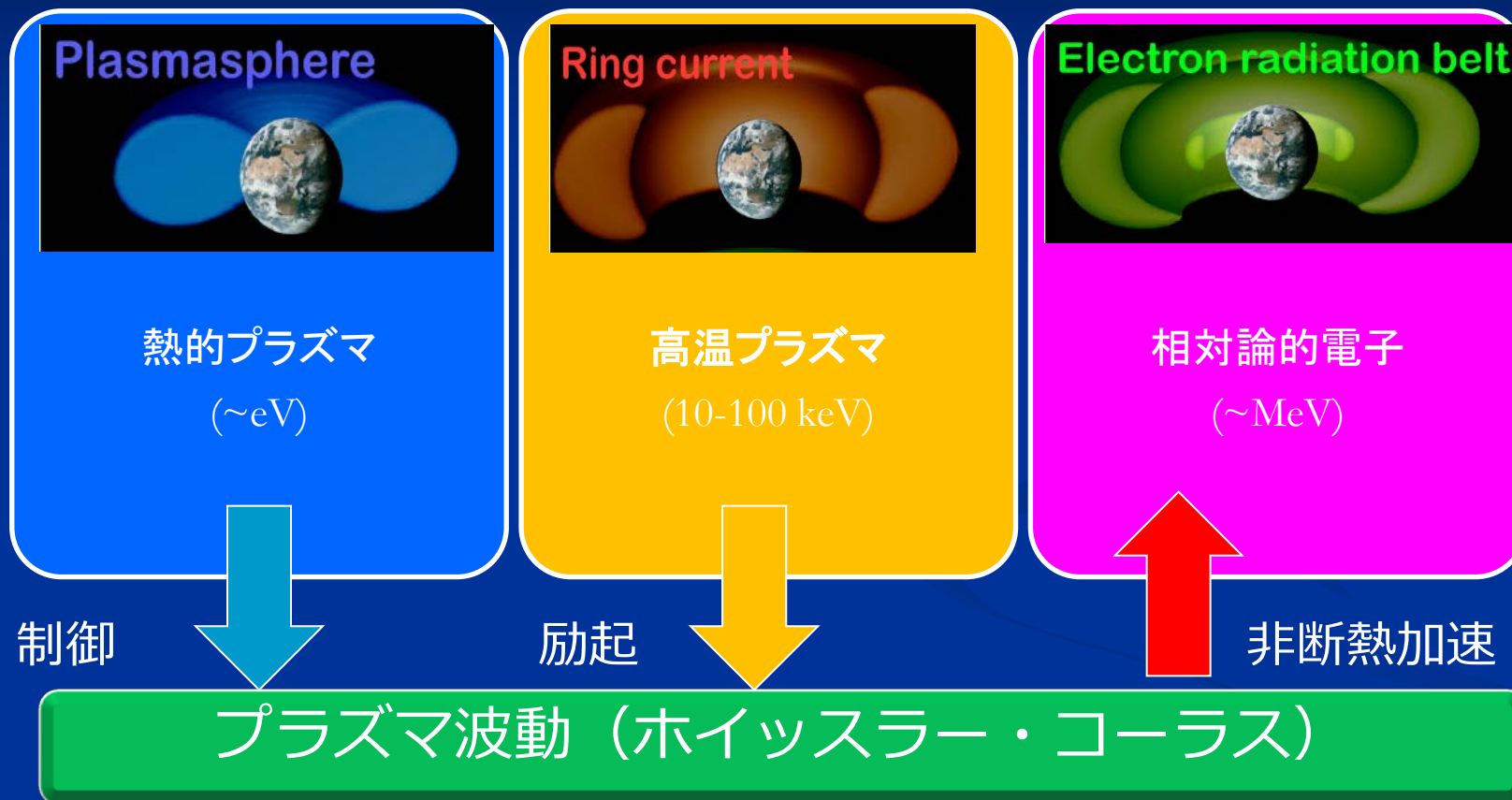


- ・ 同じ場所に、エネルギーが6桁以上異なるプラズマ・粒子が共存
- ・ 「あけぼの」等の観測から、電場・磁場（プラズマ波動）を介したエネルギー間の結合が粒子加速に重要であることが指摘



# 放射線帯電子加速におけるエネルギー階層間結合

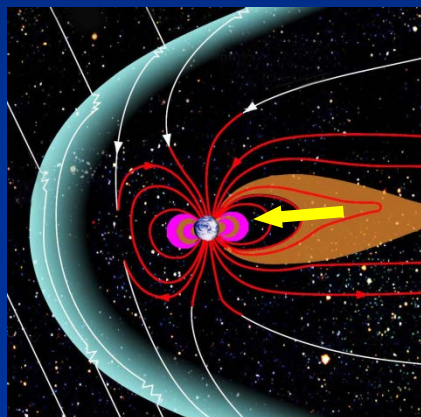
プラズマ圏：  $\sim 1$  eV    リングカレント： 10~100 keV    放射線帯： 数 MeV



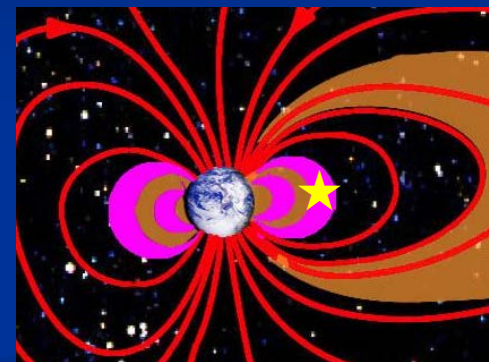
- ・ 無衝突系の中で、広いエネルギー階層のプラズマ・粒子が電磁場を介して動的に結合し、最高エネルギーの粒子を生成する。
- ・ プラズマ・粒子、電磁場・波動の総合的な観測が必須

# ERGプロジェクトは、「エネルギー階層間結合」を介した 新たな電子加速過程の発見・直接検証に挑戦

- 古典的な説  
放射線帯の外部の  
高温電子を内部へ  
運ぶ（断熱加速）



- 新たな可能性  
放射線帯の内部で  
電子を加速する  
（非断熱加速）



### 先行する米国Van Allen Probes衛星の観測：

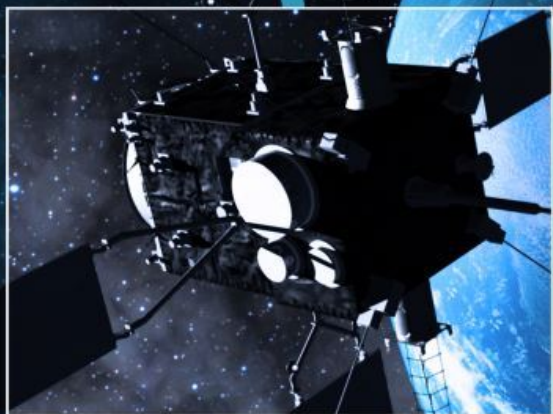
- 内部磁気圏内で（外部からの供給でない）高エネルギー電子生成の可能性  
(Reeves+ Science, 2013, Thorne+ Nature, 2014)
- 放射線帯内帯電子は存在しない (Fennel+, Li+, 2015)

- ERG衛星はプラズマ波動と電子の相互作用を直接検証に世界で初めて挑戦  
・・・ 先行衛星との同時観測など、ERG衛星観測への期待

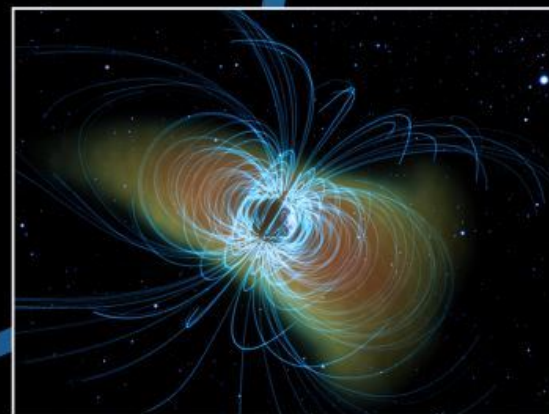


地上観測によるリモートセンシング観測

## ERG Project Team

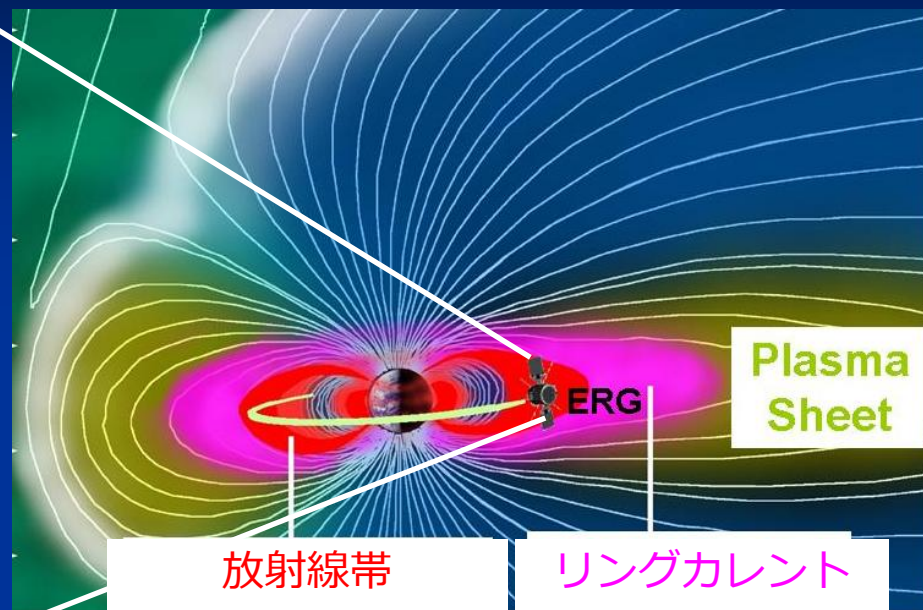
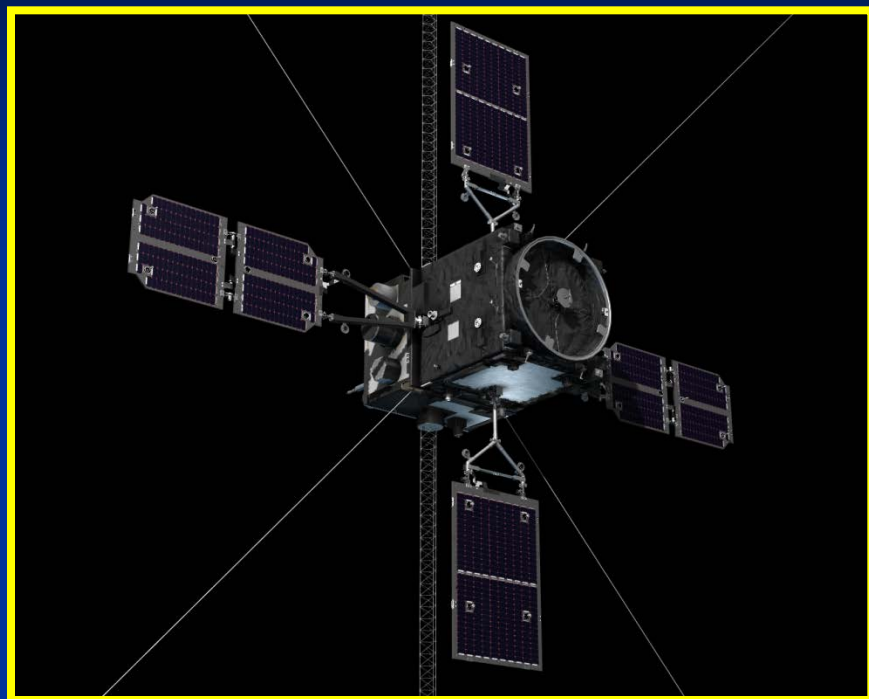


衛星「その場」直接観測



シミュレーション・統合解析





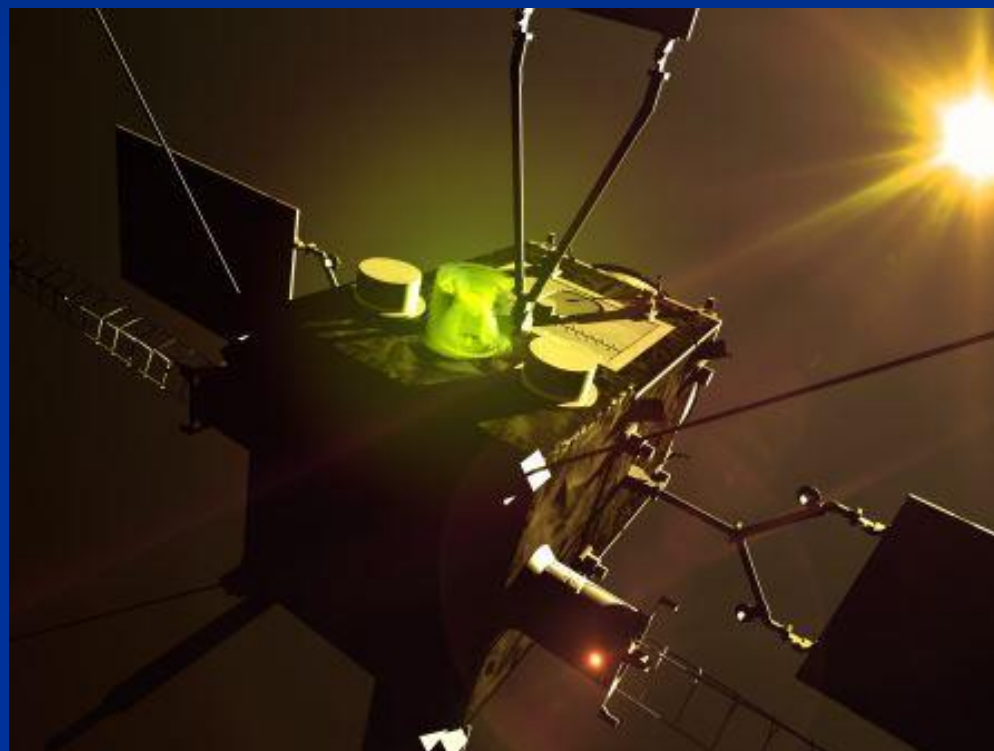
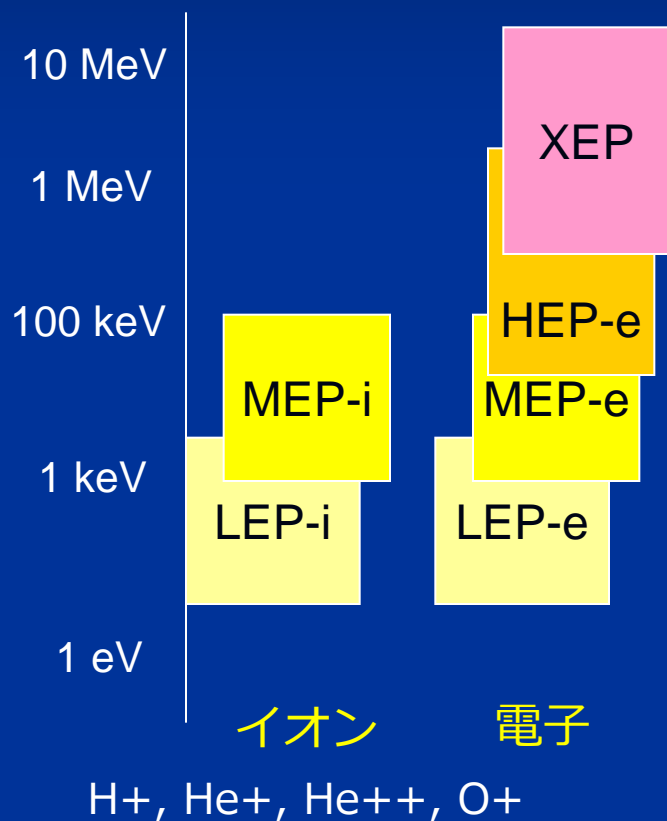
- 衛星質量 : 355 kg
- スピン周期 : 8秒 (太陽指向)
- 打ち上げ予定 : 2016年度
- イプシロンロケット 2号機 にて
- 近地点高度 : ノミナル350 km (>300km)
- 遠地点高度 : 5.1 Re (ノミナル) 要求 : 4.8Re以上
- ノミナル : 32700 km (総務省) (ロケットI/F 33100 km ± 2000km)
- > 約33000km
- 軌道傾斜角 : 31度
- ミッションライフ : 1年以上

# ERG 衛星搭載観測器 (プラズマ粒子)

## PPE: プラズマ粒子観測器ユニット

PI/Co-Pis of PPE [宇宙研、第一研究ユニット、台湾ASIAA]

LEP-e (風間), LEP-i (浅村), MEP-e/i (笠原、横田), HEP-e (三谷、高島), XEP (松本、東尾)



一部の計測器は、米国Van Allen Probes衛星よりも高い角度分解能の観測を実現。放射線帯消失過程の研究に活用。



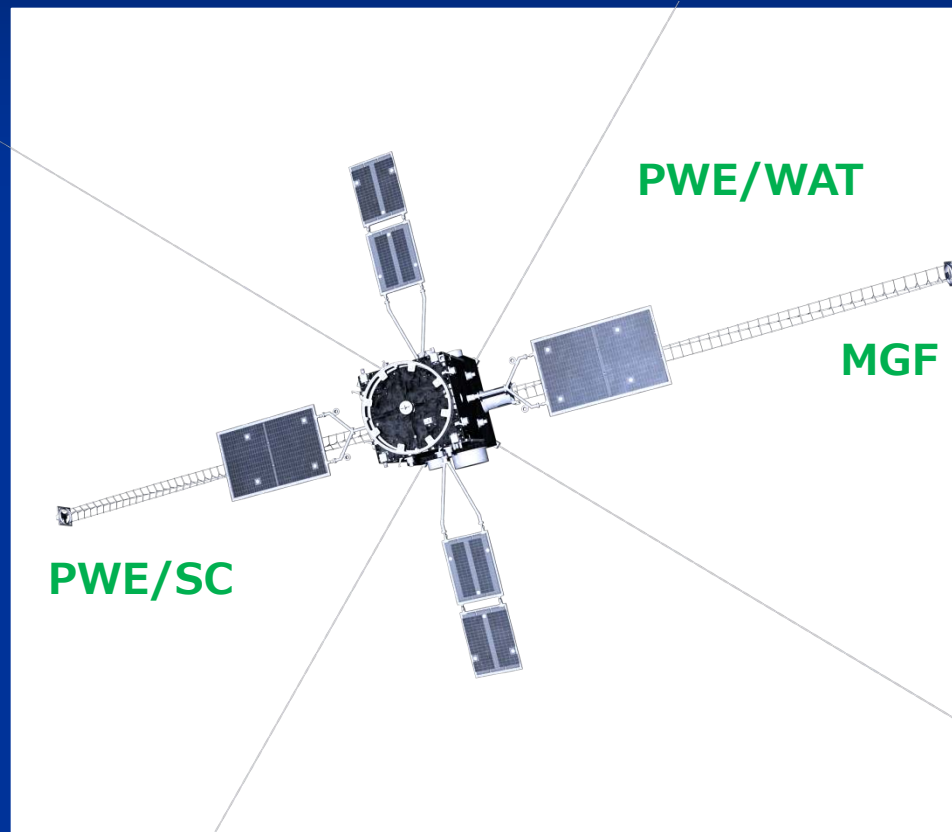
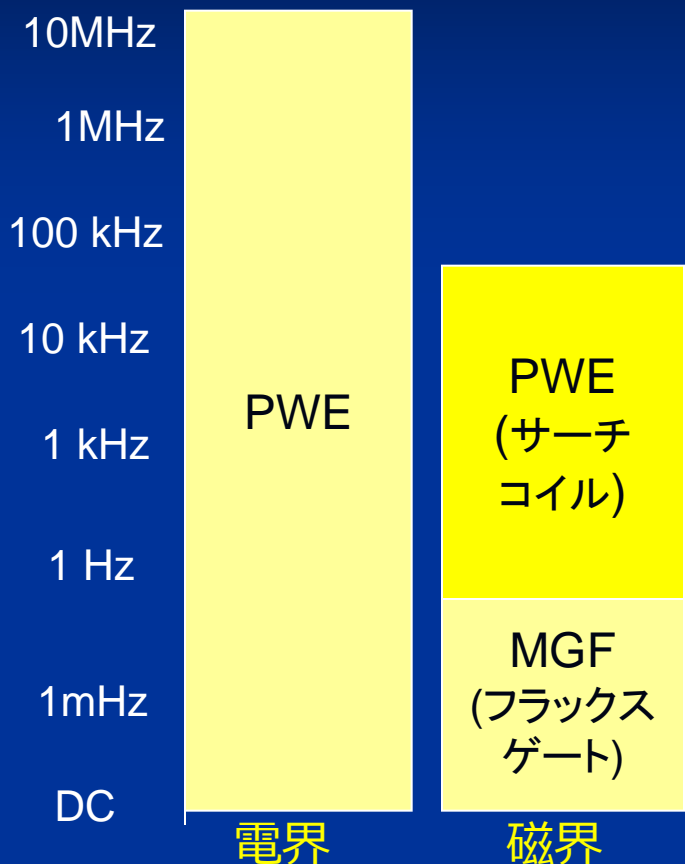
# ERG 衛星搭載観測器 (電場・プラズマ波動、磁場)

PWE : プラズマ波動・電場観測器

(PI: 金沢大・笠原)

MGF : 磁場観測器

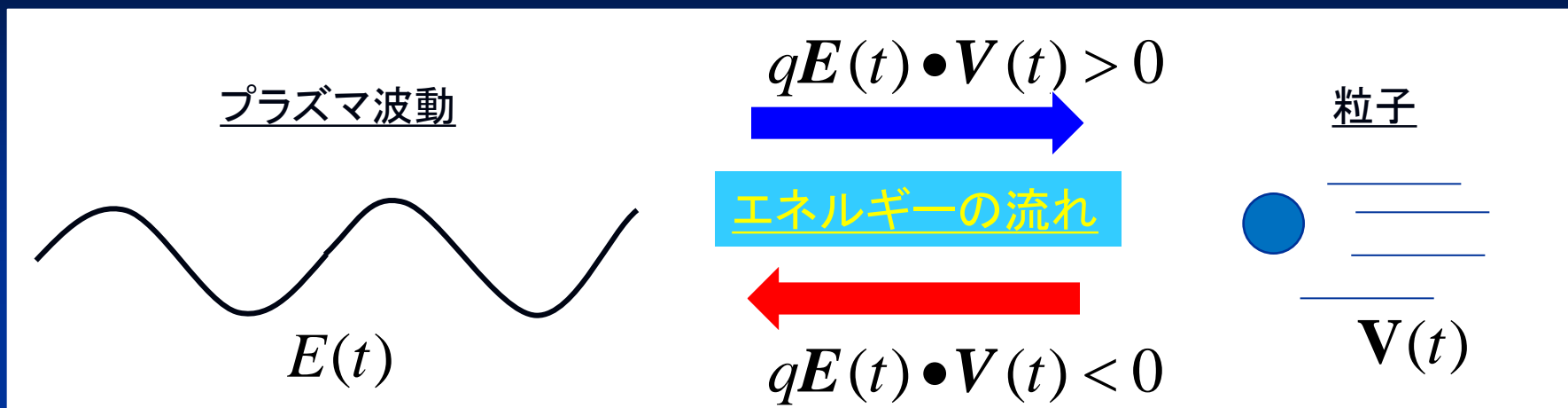
(PI: JAXA・松岡)



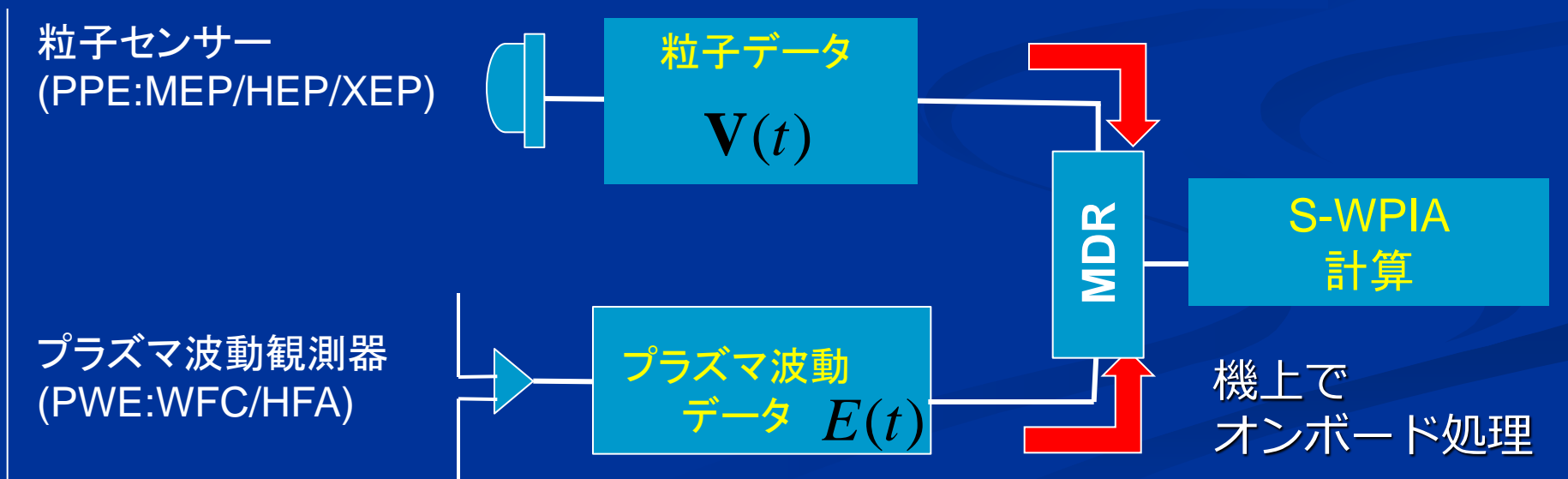
- ジオスペースプラズマの輸送・加速・消失に関わる様々なプラズマ波動を観測
- 非線形波動粒子相互作用研究に必須となる波形を観測
- 米国Van Allen Probes衛星よりも広い周波数帯域を計測

# ERG 衛星搭載観測器 (S-WPIA)

S-WPIA: ソフトウェア型波動粒子相互作用解析装置 (PI: 京大・小嶋 P149)



オンボード処理/地上での検証 (10マイクロ秒での計測を実現)



日本独自のアイデアで世界で初めて実現。ERGで実証し、STPの基盤観測として確立へ。

## ・国際レーダーネットワーク: SuperDARN

世界31地点の大型短波レーダーネットワーク

## ・欧州非干渉散乱レーダーネットワーク: EISCAT

北欧における非干渉散乱レーダーネットワーク

## ・磁力計ネットワーク: MAGDAS/CPMN, 南極大陸ネットワーク etc

九大、東北大、情報通信研究機構、国立極地研究所, 名大、京大

## ・光学ネットワーク: カナダ、ノルウェイ、シベリア、南極

国立極地研究所, 名大

## ・VLF観測: 南極、アイスランド

国立極地研究所

## ・リオメータ観測: 南極、アイスランド

国立極地研究所

## ・LF電波観測ネットワーク: 日本、ニーオールセン、カナダ

東北大

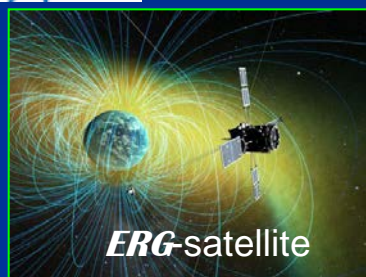
## ・気球によるX線観測: 北欧

京大

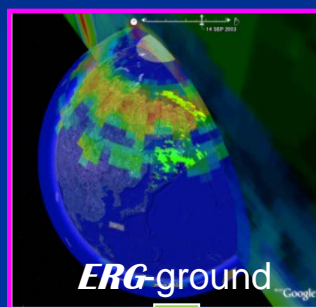


成果の拡大に向けて、衛星・地上・モデリングの  
多様なデータを統合して解析するシステムの実現がポイント

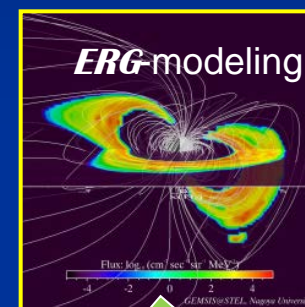
 ISAS



国内関連大学・機関



国内関連大学・機関



**ERG サイエンスセンター**  
(宇宙研-名大による宇宙科学連携拠点)

高次パイプライン処理  
データベース

統合解析ツール

コミュニティ・ユーザー

# サイエンスセンターの活動：データ処理、ツール開発

衛星

地上局

運用・管制系

高次パイプライン  
処理

科学観測  
計画系

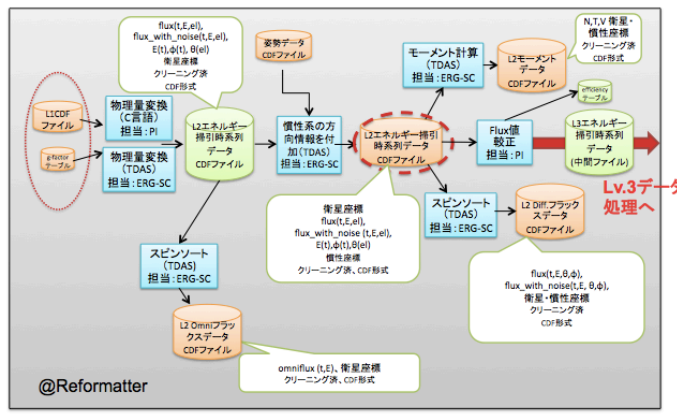
公開  
データベース

データ利用系：サイエンスセンター

## 高次科学データ製造体制

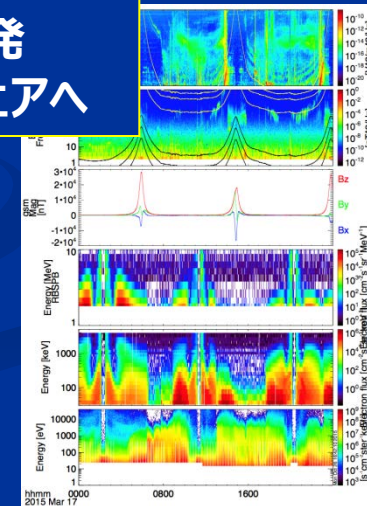
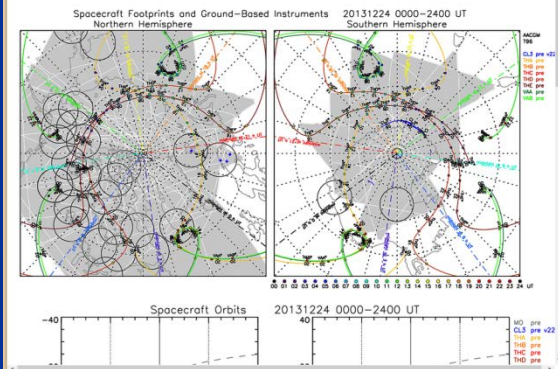
- ・データフォーマットの設計
- ・パイプラインの構築

MEP-eデータパイプライン処理 - Lv.2データ生成 -



## 解析ツールの開発

- ・国際協力によるツール開発
- ・STPの国際標準ソフトウェアへ



# サイエンスセンターの活動：観測・受信計画立案

衛星

地上局

運用・管制系

高次パイプライン  
処理

公開  
データベース

科学観測  
計画系

データ利用系：サイエンスセンター

衛星の情報（軌道、電力、MTQ、通信）

科学要求（地上観測、他衛星との共同・・・）



サイエンスセンター



観測計画

電力・熱制御系  
計画・検証モジュールへ

受信計画

通信・衛星マネジメント  
計画・検証モジュールへ



# 3. まとめ

## **ERG** 衛星プロジェクトの進捗：

- 現在、総合試験を実施中。2016年度、打ち上げ予定。

## 連携地上観測・シミュレーション・国際協力・サイエンスセンター：

- **ERG**衛星打ち上げに向けて、地上観測点の整備が進行中。
- 関連ジオスペース探査プロジェクトとの連携。
- 宇宙研-名大ISEEの宇宙科学連携拠点として、ERGサイエンスセンターが運用。
- 海外ミッションデータ、ツールを活用したジオスペースの研究。

今後とも、ご支援のほど どうぞよろしくお願いいたします。

