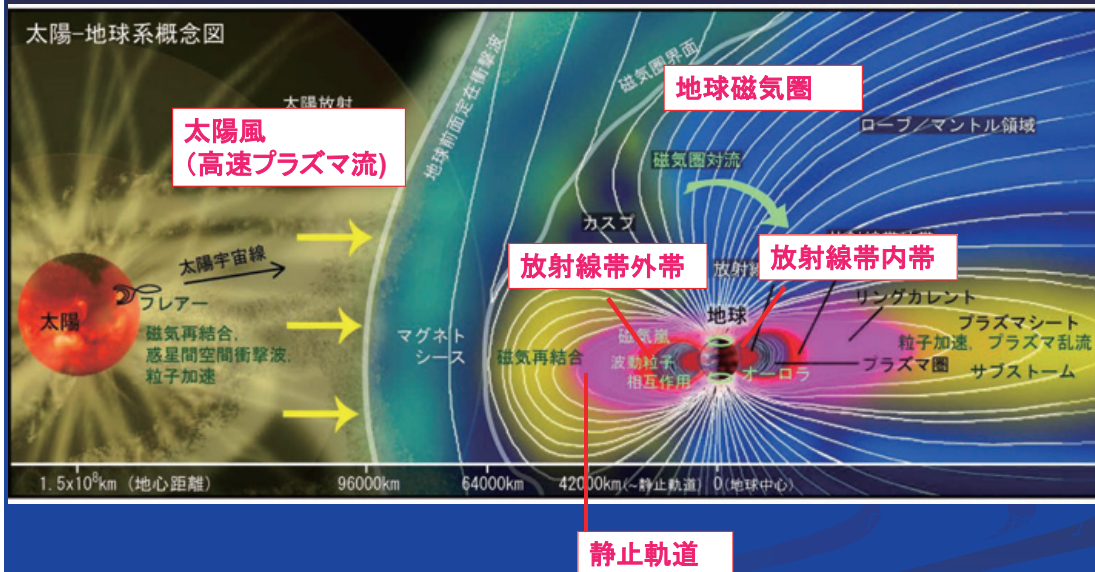


ジオスペース探査衛星プロジェクト *ERG*

三好由純、篠原育、高島健、浅村和史、
松本晴久、東尾奈々、三谷烈史、笠原慧、横田勝一郎、風間洋一、平原聖文、
笠羽康正、松岡彩子、小嶋浩嗣、藤本正樹、塩川和夫、関華奈子、
中村揚介、仁田工美、福田盛介、小川恵美子、小野高幸
ERG プロジェクトグループ



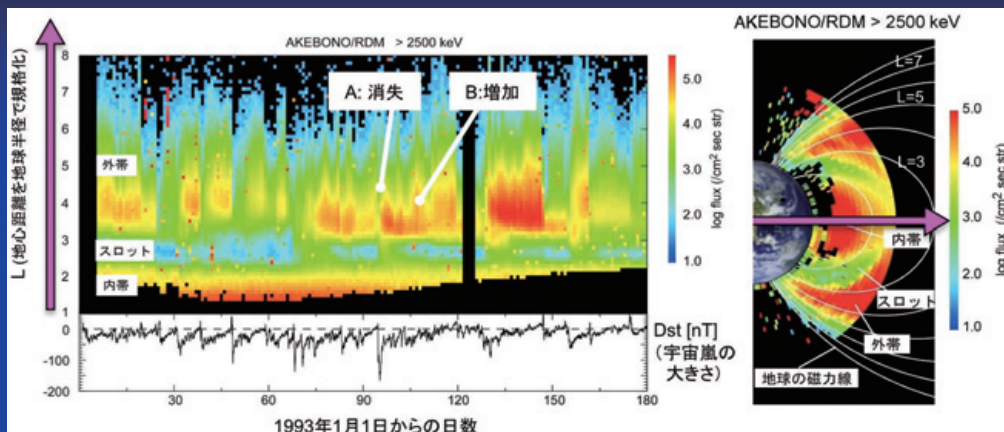
1. はじめに：ミッション探査領域 ジオスペース



ジオスペースでもっとも高いエネルギーを持つ粒子帯：放射線帯 (Van Allen 帯)

はげしく変化する放射線帯

「あけぼの」衛星の観測結果 – 2.5 MeV電子



- 宇宙嵐が始まると放射線帯は消える
- 宇宙嵐がおさまると放射線帯は増え始める（こともある）

・相対論的エネルギーを持つ電子はどのようにして生まれてくるのか？

ERG プロジェクト – 成功基準



I. 放射線帯形成に主要なプロセスは何か？

外部供給と内部加速の切り分け

II. 外部供給、内部加速それぞれの加速過程はどのように発動しているか？

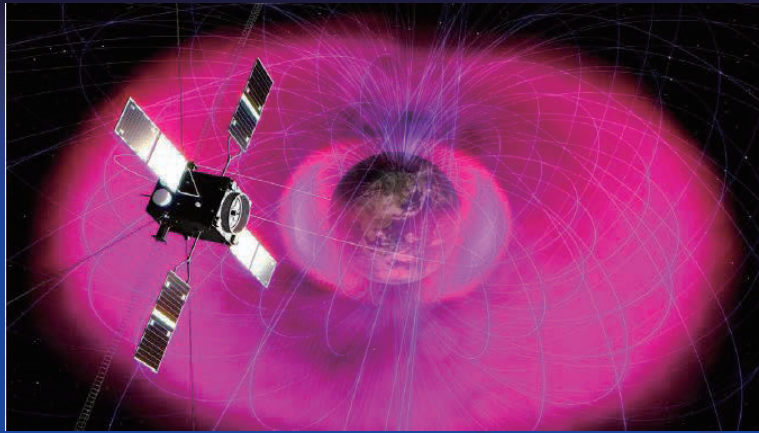
動径方向輸送のメカニズムと断熱加速過程
プラズマ波動による内部加速のメカニズム

III. 放射線帯電子はどのように消失しているか？

放射線帯電子消失機構の検証

	ミニマムサクセス	フルサクセス	エクストラサクセス
外部供給・内部加速の切り分け		規模の異なる宇宙環境変動下の内部磁気圏赤道面近傍において、粒子・磁場計測器による位相空間密度の動径方向分布の時間変化を計測し、放射線帯高エネルギー電子の外部供給・内部加速を切り分ける。	長期観測の実現により、宇宙嵐等を多数観測し、ケースごとの外部供給・内部加速の違いを明らかにする。
相対論的電子の加速機構	内部磁気圏赤道面近傍でのプラズマ総合観測を実現し、波動粒子相互作用による相対論的高エネルギー電子の加速機構を同定する。	規模の異なる宇宙環境変動を観測し、地上観測・モデリングと組み合わせて、太陽風条件と変動する加速機構の関係を理解する。	長期観測の実現・海外ミッションとの協力により、異なるL値、地方時で同時観測を多数実施し、宇宙嵐時の加速域の空間分布や加速効率を含む定量的側面を明らかにする。
相対論的電子の消失機構	地上観測・モデリングと組み合わせて、波動粒子相互作用による消失過程を観測し、放射線帯変動への影響を推定する。	規模の異なる宇宙環境変動下において、リングカレント効果を含めた各種の消失機構を観測し、放射線帯変動への影響を検証する。	海外ミッションとの協力により、異なるL値、地方時で同時観測を実施し、宇宙嵐時の相対論的電子の生成と消失のバランスを定量的に検証する。

2. *ERG* プロジェクト



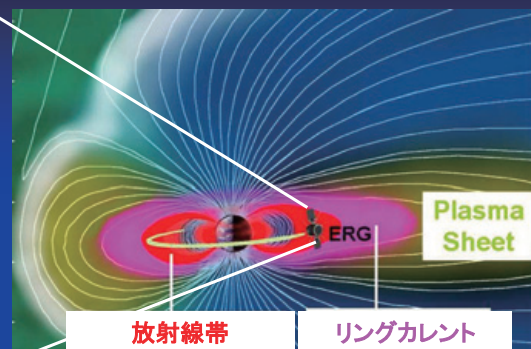
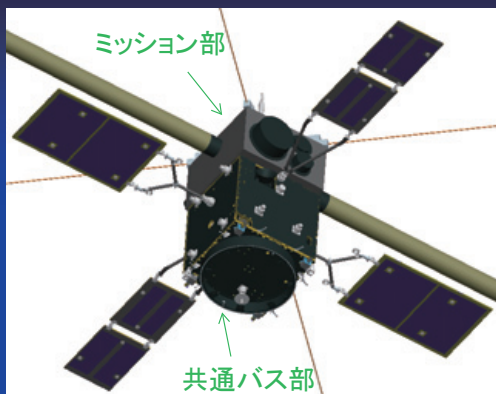
加速現場でのプラズマ総合観測が必要

プロジェクトの目的：

放射線帯中心部（赤道面）でのプラズマ統合観測による

- ・ 放射線帯相対論的粒子の生成過程の解明
- ・ 宇宙嵐にともなうジオスペース変動の理解

ERG 衛星



- 衛星質量： 350 kg
- スピン周期： 8秒（太陽指向）

- 近地点高度 300 km、遠地点高度 4.5 Re以上
- 軌道傾斜角： 31度
（イプシロンロケット2号機での打ち上げ）

- 打ち上げ予定： 2016年夏
- 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)

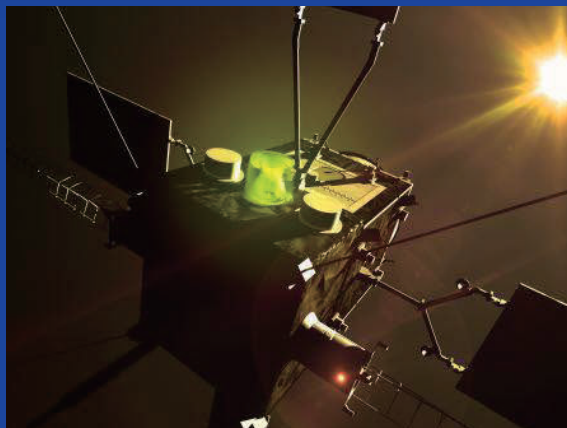
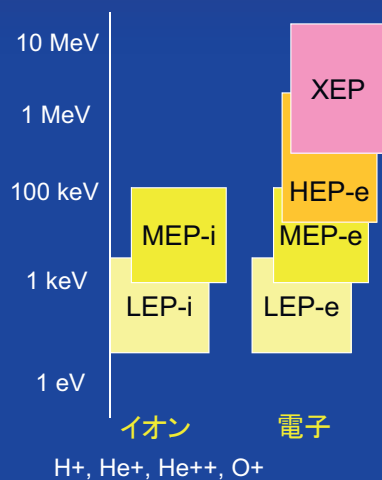


PPE: プラズマ粒子観測器ユニット

コーディネーター： 名大・平原

PI/Co-Pis of PPE:

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



ERG 衛星搭載観測器 (電場・プラズマ波動、磁場)

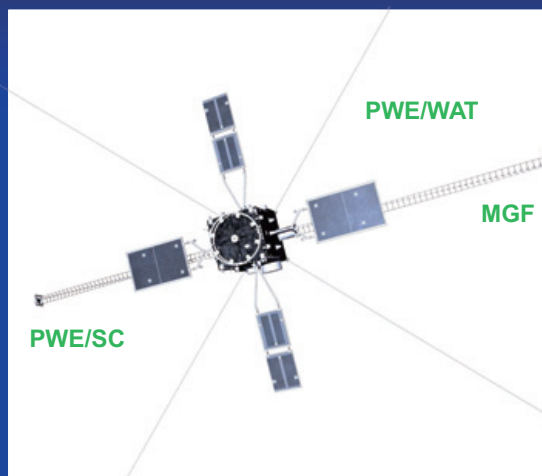
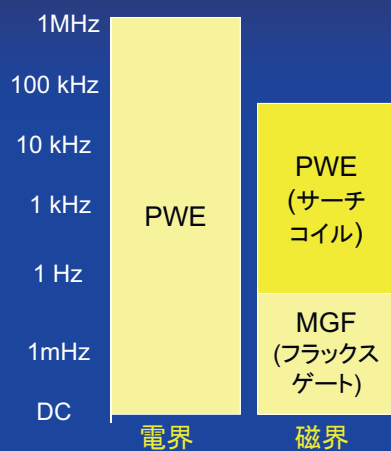


PWE : プラズマ波動・電場観測器

(PI: 東北大・笠羽)

MGF : 磁場観測器

(PI: JAXA・松岡)

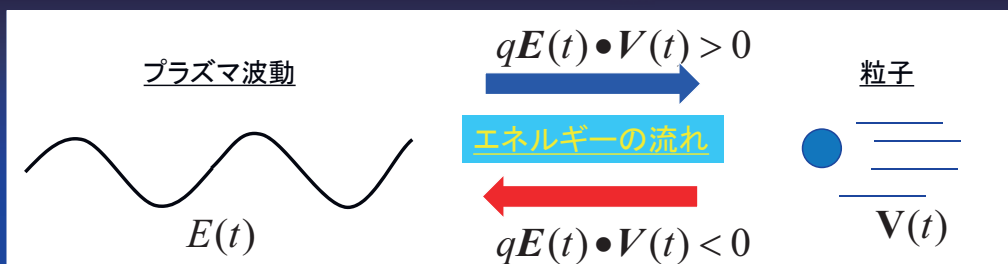


- ジオスペースプラズマの輸送・加速・消失に関わる様々なプラズマ波動を観測
- 非線形波動粒子相互作用研究に必須となる波形を観測

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



粒子センサー
(PPE:MEP/HEP/XEP)



粒子データ
 $V(t)$

プラズマ波動観測器
(PWE:EWO/HFA)



プラズマ波動
データ $E(t)$



S-WPIA
ソフトウェア

▶ 世界で初めて、波動と粒子のエネルギー交換過程の直接検出に挑戦

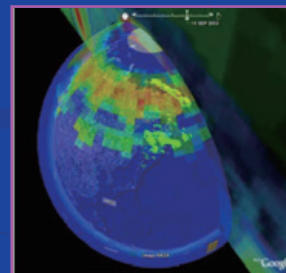
ERG プロジェクトチーム



ERG 連携地上ネットワーク観測 (PI: 名大・塩川)



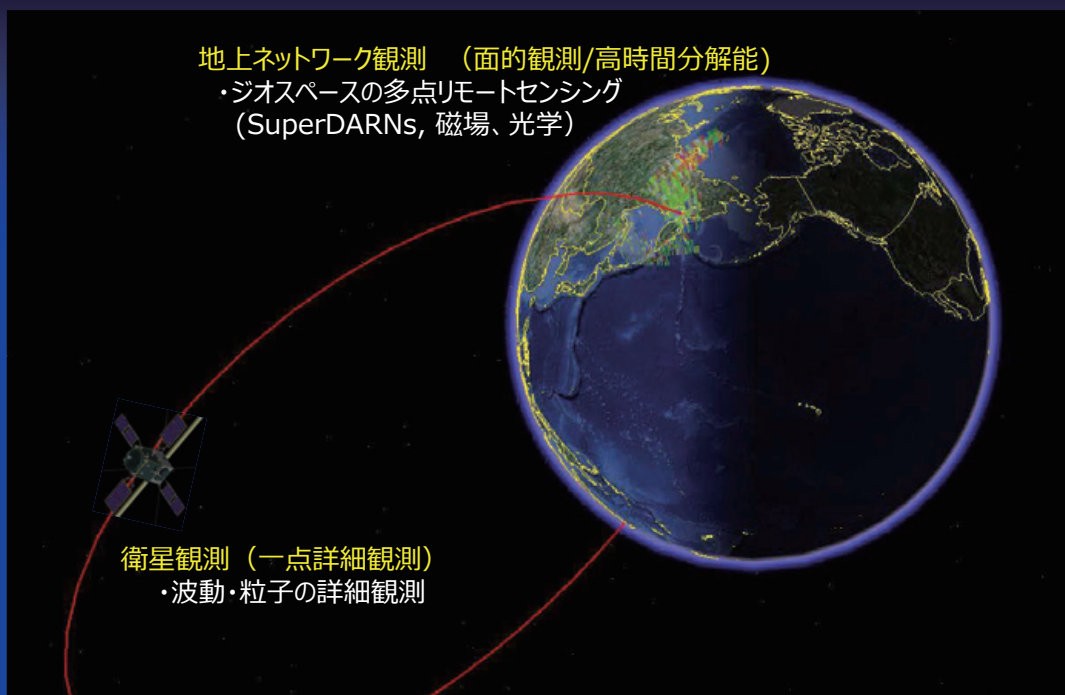
- ・レーダーネットワーク: SuperDARN, FM-CWレーダー
名大、情報通信研究機構、国立極地研究所、九大
- ・磁力計ネットワーク: MAGDAS/CPMN, 南極大陸ネットワーク etc
九大、東北大、情報通信研究機構、国立極地研究所、名大、京大
- ・光学ネットワーク: カナダ、ノルウェイ、シベリア、南極
国立極地研究所、名大
- ・VLF観測: 南極、アイスランド
国立極地研究所
- ・EISCAT観測: 北欧
国立極地研究所/STEL
- ・リオメータ観測: 南極、アイスランド
国立極地研究所
- ・LF電波観測ネットワーク: 日本、ニーオールセン、カナダ
東北大
- ・気球によるX線観測: 北欧
京大



領域間結合の解明に向けて：衛星-地上観測

地上ネットワーク観測 (面的観測/高時間分解能)
・ジオスペースの多点リモートセンシング
(SuperDARNs, 磁場、光学)

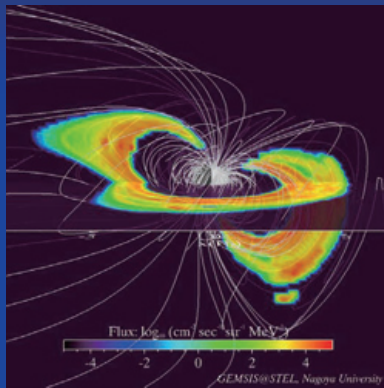
衛星観測 (一点詳細観測)
・波動・粒子の詳細観測



ERG シミュレーション・統合解析 (PI: 名大 関)

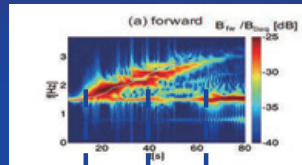
観測と実証的に比較できるシミュレーションが要。
GEMSISプロジェクトは、コア活動の一つ

グローバルシミュレーション



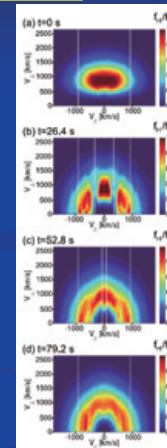
Saito+, 2010

ミクロ・素過程シミュレーション



(a) (b) (c) (d)

Shoji and Omura, 2011



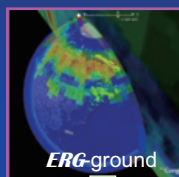
- ・グローバルモデルの多くは準線形を仮定してモデル化。
素過程の持つ非線形性を、どのようにグローバルモデルに組み込んでいくか
- ・データ同化の活用による、物理過程の分離
- ・シミュレーションデータの統合解析ツールへの取り込み法

プロジェクトサイエンスセンター

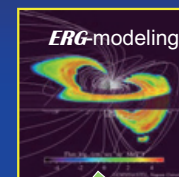
三位一体の研究体制を実現するために
多様なデータを統合して解析するシステムが必要



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
(名大STEL)**

ISASと名大STELの宇宙科学連携拠点として実施

データベース

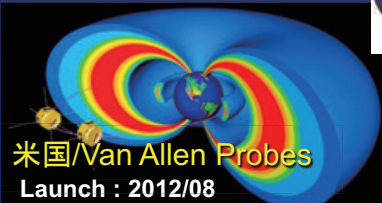
統合解析ツール

コミュニティ・ユーザー


大学間連携事業IUGONETと協力

L2以降の科学データを公開。国際標準フォーマット(CDF)でアーカイブ


他のミッションとの関係



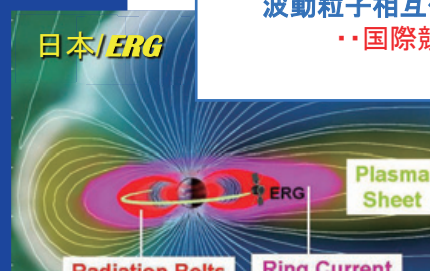
米国/Van Allen Probes
Launch : 2012/08



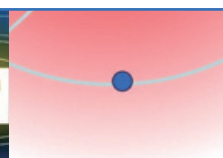
THEMIS




米国/DSX
Launch : 2016



日本/ERG



ERG
Radiation Belts, Ring Current, Plasma Sheet



ロシア/RESONANCE
Launch : 2015

ジオスペース多点同時観測の好機

- ・国際協調による科学成果の拡大
- 波動粒子相互作用解析装置などのユニークな機能
- ・国際競争力を持った成果の創出

3. まとめ

ERG 衛星プロジェクトの進捗:

- 2016年夏の打ち上げを目指して準備を進めている。

連携地上観測・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。

宇宙天気研究への貢献:

- 準リアルタイムデータの配信。
- 宇宙放射線環境の実況 (nowcast)データの提供を通して、宇宙環境の把握に貢献。

今後とも、ご支援、ご協力のほど、どうぞよろしくお願いいたします。

ERG プロジェクト事務局:

ERG_adm@st4a.stelab.nagoya-u.ac.jp