

ERG 衛星による内部磁気圏電場・プラズマ波動観測計画

Electric field and plasma wave observation in the inner magnetosphere by the ERG satellite

熊本 篤志 [1]; 小野 高幸 [2]; 飯島 雅英 [3]; 加藤 雄人 [4]; 笠原 禎也 [5]; 八木谷 聡 [6]; 井町 智彦 [5]; 後藤 由貴 [5]; 岡田 敏美 [7]; 石坂 圭吾 [8]; 三宅 壯聡 [9]; 小嶋 浩嗣 [10]; 大村 善治 [11]; 上田 義勝 [12]; 笠羽 康正 [13]; 早川 基 [14]

Atsushi Kumamoto[1]; Takayuki Ono[2]; Masahide Iizima[3]; Yuto Katoh[4]; Yoshiya Kasahara[5]; Satoshi Yagitani[6]; Tomohiko IMACHI[5]; Yoshitaka Goto[5]; Toshimi Okada[7]; Keigo Ishisaka[8]; Taketoshi Miyake[9]; Hirotsugu Kojima[10]; Yoshiharu Omura[11]; Yoshikatsu Ueda[12]; Yasumasa Kasaba[13]; Hajime Hayakawa[14]

[1] 東北大・理; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・地物; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [5] 金沢大; [6] 金沢大・工; [7] 富山県大・工・電子情報; [8] 富山県大; [9] 富山県大・工・情報システム; [10] 京大・RISH; [11] 京大・生存圏; [12] 京大・RISH; [13] 宇宙機構/宇宙研; [14] 宇宙研・宇宙機構

[1] Tohoku Univ.; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [4] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [5] Kanazawa Univ.; [6] Kanazawa Univ.; [7] Electronics and Informatics, Toyama Pref Univ; [8] Toyama Pref. Univ.; [9] Toyama Pref. Univ.; [10] RISH, Kyoto Univ.; [11] RISH, Kyoto Univ.; [12] RISH, Kyoto Univ.; [13] JAXA/ISAS; [14] ISAS/JAXA

[はじめに]

ジオスペースの変動機構の解明を目的として、ERG 衛星による内部磁気圏赤道域での電磁場・波動・粒子の総合観測計画が提案されている。内部磁気圏における環電流粒子・放射線帯粒子の生成・輸送・消失過程、背景電場の変動、プラズマ圏の構造とダイナミクス等の諸問題について実証的な観測研究を行うために必要な電場・プラズマ波動観測装置のスペックについて検討を行った。

[観測目標]

あけぼの衛星による内部磁気圏での電場・波動観測からは、磁気擾乱時の強い DC 電場、プラズマ圏における特異な静電波励起をはじめとして、ジオスペースの古典的なモデルでは理解できない現象が数多く見だされてきた。ERG 衛星は磁気赤道面を軌道面に選択し、広いエネルギーレンジでの粒子観測と同時に、広い周波数レンジでの電場・波動観測を実施することによって内部磁気圏の変動現象を連続して総合的に観測することを目指す。電場・プラズマ波動観測装置は以下の4つの観測目標を設定している:(1) プラズマ波動による相対論的粒子加速機構の検証 (2) 内部磁気圏電場の構造・変動過程の解明 (3) プラズマ波動計測による内部磁気圏のプラズマ密度・温度構造の診断 (4) 内部磁気圏における波動粒子相互作用・モード変換過程の解明。相対論的粒子加速機構の解明には、波動の励起源とされる環電流電子との相互作用、さらには相対論的粒子加速に及ぼす波動の寄与の定量化が鍵となる。そのためには、波動のマイクロな振舞いを捉える波形観測、波動粒子相互作用を直接的に計測する波動粒子相関計測などが必要である。高周波数分解能のプラズマ波動計測によって同定される各種プラズマ波動の特性周波数からは、電子密度・温度、イオン組成等の導出が可能となる。

[装置の仕様]

観測目標をもとに、観測装置に必要なスペックの検討を行った。直交2軸の tip-to-tip 30m のワイヤーアンテナ及び1軸のステムアンテナで電場3成分、直交3軸のサーチコイル及びループアンテナで低周波帯 (0.1Hz ~ 100kHz) および高周波帯 (100kHz ~) の磁場3成分の計測を行う。但しステムアンテナ・ループアンテナは重量の観点から現段階ではオプションとしている。DC 電場観測のため、電場アンテナにはバイアス印加を行う。電場アンテナからの信号はプリアンプを経て EFD/WFC/OFA, DDC, WPC の各受信部に分配される。サーチコイルからの RF 信号は WFC/OFA 部, WPC 部に、ループアンテナからの RF 信号は DDC 部に分配される。EFD/WFC/OFA 部は 0.1Hz ~ 100kHz の電磁場6成分の波形計測を行う。DDC 部は 100kHz ~ 5MHz の電磁場6成分のスペクトル観測・ポインティング計測を実施する。WPC 部は粒子観測器から直接データを受け取るインターフェイスをもち、粒子と電磁場の相関観測を実施する。各受信部で処理されたデータは SpaceWire I/F を介して衛星本体のデータ処理ユニットに出力される。解析に十分な分解能のデータを常時地上に伝送し続けることは難しいため、高分解能のデータをオンボードのデータレコーダに記録しつつ、低レートのサマリーデータを地上に伝送し、高分解能データはイベントを選択して再生伝送を行うことを計画している。

[検討課題]

アンテナ・観測機の主要部分はなるべくこれまでのミッションでの設計の活用を図る方針であるが、重量、放射線対策等で特別な対応が必要になってくる可能性がある。Ez 計測用のステムアンテナ、高周波磁場計測用のループアンテナ搭載の可否については、衛星の重量リソース、衛星システムとの整合性の観点から検討を要する。サーチコイルアンテナの感度向上、周波数特性の変更で高周波帯域を部分的にカバーすることも検討している。電気回路部の耐放射線耐性は、シャーシに 4mm 厚のシールド処理を行い 75krad の耐性をもった電子部品を採用することによって保障することを計画しているが、構体パネルをシールド処置するなど衛星全体として放射線対策を行うことも検討されている。DDC 部、WPC 部などの新規設計部分については試作・実証実験、数値シミュレーションデータの模擬解析等による詳細な検討を

進めていく必要がある。