

ERG 衛星による内部磁気圏電場・プラズマ波動観測計画

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]; 小嶋 浩嗣 [7]; 大村 善治 [8]; 上田 義勝 [9]; 岡田 敏美 [10]; 石坂 圭吾 [11]; 三宅 壮聡 [12]; 笠羽 康正 [13]; 早川 基 [14]; 松岡 彩子 [15]
 [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] 京大・RISH; [8] 京大・生存圏; [9] 京大・RISH; [10] 富山県大・工・電子情報; [11] 富山県大; [12] 富山県大・工・情報システム; [13] 宇宙機構/宇宙研; [14] 宇宙研・宇宙機構; [15] 宇宙研

Observation plan of electric field and plasma waves in the inner magnetosphere by the ERG satellite

Atsushi Kumamoto[1]; Takayuki Ono[2]; Masahide Iizima[3]; Yuto Katoh[4]; Yoshiya Kasahara[5]; Satoshi Yagitani[6]; Hirotsugu Kojima[7]; Yoshiharu Omura[8]; Yoshikatsu Ueda[9]; Toshimi Okada[10]; Keigo Ishisaka[11]; Taketoshi Miyake[12]; Yasumasa Kasaba[13]; Hajime Hayakawa[14]; Ayako Matsuoka[15]

[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] RISH, Kyoto Univ.; [8] RISH, Kyoto Univ; [9] RISH, Kyoto Univ; [10] Electronics and Infomatics, Toyama Pref Univ; [11] Toyama Pref. Univ.; [12] Toyama Pref. Univ.; [13] JAXA/ISAS; [14] ISAS/JAXA; [15] JAXA/ISAS

The observation plan of electric field and plasma waves in the inner magnetosphere by the ERG satellite has been investigated. The ERG satellite is now planned by Japanese researchers in order to explore the inner magnetosphere and relativistic particle acceleration processes. The main purposes of electric field and plasma wave observation of the ERG satellite are as follows: (1) Examination of the theories of relativistic particle acceleration by plasma waves, (2) identification of the origin of electric fields in the inner magnetosphere, (3) observation of plasma structures and dynamics in the inner magnetosphere, and (4) investigation of wave-particle interaction and mode conversion processes in the inner magnetosphere. In order to achieve above purposes, the specifications of the instruments onboard the ERG satellite have been determined. We are planning to develop the instrument which can observe 6 components of electromagnetic fields in a frequency range from 0.1 Hz to 5 MHz with enough time and frequency resolutions.

[序]

内部磁気圏の探査・放射線帯粒子の加速プロセスの解明を目的として、ERG 衛星計画の検討が現在進められている。内部磁気圏における背景場の変動、背景プラズマの構造とダイナミクス、環電流粒子・放射線帯粒子の生成・輸送・消失過程等の諸問題について実証的な研究を行うためには、電磁場・波動・粒子の総合的な観測データが不可欠となる。従来の衛星観測の成果・限界を考慮した上で、ERG 衛星に搭載するための電場・プラズマ波動観測装置の観測目標・仕様についての検討を行った。

[観測目標]

あけぼの衛星は内部磁気圏を観測領域としており、その電場・波動観測からは、磁気擾乱時の強い DC 電場、夜側プラズマ圏における特異な静電波励起等をはじめとして、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出されてきた。しかしながら、あけぼの衛星は準極軌道衛星であったため磁気赤道域での連続観測が難しく、また放射線帯粒子による劣化の問題から低緯度での粒子の同時観測を行っていなかった。これに対し、内部磁気圏観測に特化した ERG 衛星で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粒子の連続観測を実施することが計画されている。この利点を生かして、電場・プラズマ波動観測装置では以下の 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の検証 (2) 内部磁気圏電場の構造・変動・伝搬過程の解明 (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。たとえば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いえる。そのためには、波動のミクロな振舞いを捉える波形観測、波動粒子相互作用をじかに調べる波動粒子相関計測や波動の波数計測機能などが必要である。さらには波動データからは in situ ならびにリモートセンシング手法に基づく周辺の電子密度構造などの計測も期待できる。

[観測装置の仕様]

直交 2 軸 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 (0.1Hz ~ 100kHz) および高周波 (100kHz ~) の磁場 3 成分の計測を行う。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 RF 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 部はデジタルダウンコンバータを用いた 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 部は粒子観測器と協調動作を行うための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、低分解能のデータを地上に連続伝送しておき、高分解能データは地上で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。コンポーネントとしての耐放射線耐性は、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、代わりに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。

[まとめ]

ERG 衛星の電場・プラズマ波動観測装置の観測目標を策定し、その実現に必要な観測装置の仕様検討を行った。Ez 成分計測用ステムアンテナ・磁場高周波成分計測用ループアンテナの搭載の可否については、衛星システムとの整合性を考慮した上で、さらに検討を進めていく必要がある。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、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。DDC 部、WPC 部など新規設計部分については試作・実証実験を行っていく必要がある。