

小型衛星 ERG による磁気嵐に伴うジオスペース擾乱の研究の提案

小野 高幸 [1]; 塩川 和夫 [2]; 関 華奈子 [3]; ERG プロジェクトチーム 小野 高幸 [4]
[1] 東北大・理; [2] 名大 STE 研; [3] 名大 STE 研; [4] -

Proposal of Small satellite ERG to study of Geospace disturbances

Takayuki Ono[1]; Kazuo Shiokawa[2]; Kanako Seki[3]; Ono Takayuki ERG project team[4]
[1] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [2] STELAB, Nagoya Univ.; [3] STEL, Nagoya Univ.; [4] -

<http://www2.nict.go.jp/y/223/IM/index.html>

Knowledge of the dynamic behavior of the Geospace plasma has been advanced with a great stride in 1990s based on the ground based and space born observations, and theory and computer simulation works. The Geospace has also importance from the viewpoint of the Space Weather because of its direct relation to the region of human activities, especially severe change of electromagnetic and plasma environment due to the magnetic storms. The data analyses of the Akebono satellite as well as recent satellite observations reveal particle acceleration and electrodynamics phenomena, which are difficult to explain with previous knowledge of the magnetosphere physics. It is worth to construct a new model of the Geospace plasma dynamics by applying new observational facts obtained from the new ground and in-situ observations on-board a small satellite.

磁気圏とりわけ太陽活動変動に伴う多様な変動現象を呈する Geospace は、Space Weather の視点から、放射線帯粒子の消失と加速、プラズマ密度構造の変動、電離圏・磁気圏間の物質輸送、環電流の発達に伴う汎世界的な地磁気変動等に強い影響を与える重要な領域である。Geospace はまた、宇宙プラズマの基礎物理過程にとっては実験場として粒子加速、波動粒子相互作用などの素過程研究にとってかけがえのない実験場でもある。ここでは、近年の Geospace 観測結果に関わるトピックスを紹介しつつ、今後の研究の展望をみたい。

(i) SSC の発生と伝搬

SC は太陽風擾乱に対する Geospace の応答を理解する上で有用な現象として位置づけられる。17 年を越えるあけぼの衛星観測結果中に見いだされる SC 及び SSC 応答を解析することから、Geospace 全領域において SC に 1 対 1 対応を持ったプラズマ擾乱がとらえられている。赤道域においては、約 400km/s の伝搬速度を持ち、極域電離圏では約 50km/s の速度を持っている。このことはプラズマ圏内イオンの観測例や、地上観測での観測事実とも照合する結果となっている。また SC に伴い、極域では SC 開始後約 5 分の短時間内に AKR の発達あるいは発生が見いだされ、サブストームと類似の磁気圏現象が発生していることが示されている。また SC に伴い、一時的に西向きの数 10mV/m に至る強い電場が発生している事も判明している。

(ii) 磁気嵐中の電離圏 - 磁気圏結合

これまで、磁気圏対流を基とするプラズマポーズ形成理論を基に考えられてきたプラズマ分布は、磁気嵐中にはプラズマ圏構造の崩壊現象やロバの耳現象が見出されるに至り、特に Geospace 内電場の発生とその配位に関しては再検討を要する段階にある。あけぼの衛星による電場観測では、上に示された SC に伴う特異な電場形成の他に、主相において L=2-4 付近に数 mV/m を越える朝-夕方向の電場が配位することが見いだされた。これまでも夕方側で同様の電場の報告例はあるが、朝方における観測結果とも整合性し、Geospace 全体を支配する現象であることが解ってきた。また Major Storm の主相においては、高度 6000-10000km のトラフ領域においてプラズマ密度が通常の 10-100 倍にも増大する事実が明らかにされており、Geospace 背景プラズマ密度は、波動粒子相互作用を通じての粒子加速あるいはプラズマの散逸における役割の観点からも重要な研究課題となっている。

(iii) 放射線帯電子加速

相対論的粒子による放射線帯の形成と消滅過程は、1970 年代の衛星観測の結果を基に理解されてきたが、1990 年代以降、Akebono 衛星 CRRES 衛星などによる詳細な衛星観測結果が示されるに至り、放射線帯は従来考えられてきた以上に活動的で、磁気嵐の発達と回復に伴って放射線帯粒子はいったん消失後、回復する過程で磁気嵐以前の状態を越える flux にまで成長する様相が示された。特に再構成の物理過程は動径方向拡散、再循環、波動粒子相互作用によるエネルギー拡散などが提唱されている。これらは放射線帯形成の外部要因説と内部加速説に分かれるが、現在なおこれらの寄与・役割分担についての定量的な理解には至っていない。

Geospace の太陽活動変動に対する応答の研究は、Space Weather としての重要性からも、今後は、磁気嵐の解明に向けて地上観測、衛星観測、理論・シミュレーションを通じて新たなモデルを構築する方向に向かう必要があると考えられる。この中で現場観測の鍵を握る衛星観測態勢の構築はとりわけ重要であるが、Geospace における精密なその場観測は、現在、小型の衛星システムによって可能となっており、今後は小型衛星計画の枠組みの中で機動性の高い観測実施体制が必要とされる。