

最近の衛星観測によって得られた磁気圏尾部の物理的新描像

町田 忍 [1]; 長井 嗣信 [2]
[1] 京大・理・地球惑星; [2] 東工大・理・地球惑星

Physical picture of Earth's magnetotail obtained from recent spacecraft programs

Shinobu Machida[1]; Tsugunobu Nagai[2]
[1] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.; [2] Tokyo Institute of Technology

<http://www-step.kugi.kyoto-u.ac.jp/~machida/>

Time variation of Earth's magnetotail is related to the fundamental processes in the space plasma, such as the magnetic reconnection and associated particle accelerations. It is also related to the magnetic storm and substorm which are the primary subjects in the magnetospheric research. Recent space programs, in particular, Geotail mission brought us new findings and developments, such as the discovery of the Hall current system associated with the magnetic reconnection. The study of the Hall current system was further extended by Cluster mission that consists of four coordinated spacecrafts facilitating to separate the time variations and spatial structure. The Cluster mission showed us that the observations with multiple spacecrafts are highly efficient.

It is also remembered that such new developments were supported by large-scale simulations of space plasmas which theoretically predicted several distinct characters attributed to the ion kinetic effect. Such simulations further predict the contribution of electrons with fine structures in both space and time. Observations of the magnetotail will be performed shortly by Themis program, for example. However, it may not be possible to solve the electron scale phenomena due to the limitation of the time resolution of the electron instruments in particular.

In this study, a summary of new findings and knowledge brought by recent space programs are given, followed by our proposal aiming at clarifying unsolved issues in the magnetotail by future space program.

磁気圏尾部における構造の変化は、磁気リコネクションやそれに伴う粒子加速など、スペースプラズマ研究における重要な素過程に関わり、さらに、内部磁気圏の構造変化と結びついて、地表で観測されるオーロラや地磁気変動の解明から研究の始まった磁気嵐やサブストームという古典的な問題に関わっている。近年の衛星計画、特に、Geotail 衛星観測により、イオンに関わる時間・空間スケールの現象について、例えば、磁気リコネクションにおけるホール効果など、新しい進展があった。その結果は、複数の衛星を編隊飛行させる欧州の Cluster 計画によって、時間変化と空間構造を分離しながら、さらに詳細な研究が実施され、物理的描像が確立された。また、Cluster 計画は、複数衛星による観測が有効であることを鮮やかに示してくれた。

この新展開の背景には、運動論を取り入れた大規模なプラズマの計算機シミュレーション研究があり、それがイオンスケールの現象を理論的に予言し、観測データを解析する際に、大きな手がかりを与えた事実が存在する。次世代の研究として、さらに深く立ち入って、計算機シミュレーションや解析的な理論研究で予想されている電子スケールの現象を次世代の研究テーマと位置付けて、進展させようという機運が生まれている。磁気圏尾部を複数衛星で観測しようとする試みは、今後、Themis 計画などで実施される予定であるが、その計画では観測器の時間分解能などの限界から、電子スケールの現象の解明は実際上、不可能であると予想される。

本講演では、以上の様な、近年、新たにもたらされた知見を整理し、わが国が目指すべき次期衛星計画について考察したい。