

論文審査の結果の要旨

氏名 浅野 芳洋

本論文の目的は、地球磁気圏におけるプラズマシートの構造を理解することであり、特に科学衛星ジオテイルのデータ解析から、サブストームに伴ってダイナミックに変動するプラズマシート「電流層」の構造を明らかにすることであった。磁気圏プラズマシートは、1千万度を超える高温プラズマで満たされていることが知られており、地球極域でのオーロラ現象をはじめとして磁気圏における物質エネルギー輸送を解明するためには、このプラズマシートのダイナミックな構造を理解することが大切である。本論文で議論するプラズマシートの電流層の厚さは、磁気圏を特徴付ける基本構造パラメータであり、プラズマシートのダイナミクスを理解する上で極めて重要な意味を持つ。ところが従来の衛星データ解析では、基本構造パラメータである電流層の厚さを精度よく評価することが出来ていなかった。何故なら従来の方法は、衛星が電流層を相対的に横切る時間と速度から間接的に求めることが一般であり、プラズマ対流運動と磁気圏の揺らぎによる相対運動とを分離することが出来なかったからである。本研究では、従来不可能だと思われていた、速度分布関数から電流を直接評価する方法を用いて、精度よく電流層の厚さを評価することに世界で初めて成功した。更にこの解析方法を用いて、サブストームの前後におけるプラズマシートのダイナミクスを明らかにした。特に、サブストームの発生時には、イオン慣性長（イオン・ジャイロ半径）程度以下の非常に薄い電流層が発達することを発見した。このような研究は、近年高機能衛星観測や観測密着型理論シミュレーション研究においても、イオン・ジャイロ半径程度のスケール長をもつ微視的プラズマ現象が、大規模磁気圏構造形成と密接に関連していることが議論されるようになってきており、磁気圏でのマイクロ・マクロ結合の複合系物理を理解するうえでも重要な研究と位置づけられる。

本論文は7章からなり、第1章では磁気圏構造および磁気圏尾部での電流層についての概説が述べられている。次に第2章では、データ解析の方法について議論が行われており、特に速度分布関数から直接求まる電流とアンペールの法則を用いて電流層を評価する時の物理的基準について説明がなされている。第

3章以降では、サブストームの発生から終末までのそれぞれの段階で電流層の構造がどのように変化するかについて議論することになる。第3章と4章ではそれぞれ、典型的なサブストーム時における詳細解析と統計解析がなされており、Growth PhaseからEarly Expansion Phaseにかけて、電流層がイオン慣性長程度まで薄くなっていくこと、磁気中性面に向かう分極電場が発達していることを明らかにしている。更に新しい視点として、この薄い電流層は、リコネクションのX点の地球側のプラズマシートで顕著に見られること、電流の極大がしばしば磁気中性面から離れた領域に現れることも見出した。第5章では、サブストームのExpansion Phaseにおける磁気リコネクションX点近傍の電流層の解析がなされている。X点近傍ではイオン慣性長程度の電流層が2重構造になりX点から伸びるスロー衝撃波の領域に対応すること、薄いプラズマシートで期待されるHall電流系が形成されていることを観測的に明らかにした。第6章においては、サブストームの最終段階であるExpansion PhaseからRecovery Phaseにかけての電流層の解析を行った。薄い電流層の夜側に引き伸ばされた磁場構造から地球のダイポール磁場構造に向かって変化する、所謂dipolarization現象を詳しく調べ、地球向きエネルギー輸送の終了時に電流層が厚くなることを明らかにした。第7章では、以上の考察でなされた磁気圏プラズマシートの電流層と磁気圏プラズマ輸送過程の関連が簡潔に纏められている。

なお本論文は、観測データの評価を含め共同研究の部分も有るが、論文提出者が主体となって理論的観点からデータ解析を行なっている。衛星観測運用やデータ取得などは大型衛星計画の国内外のグループによる成果であるが、本論文は、論文提出者の鋭い洞察力がなくては完成しなかったのは言うまでもなく、本人の寄与が十分であると認められる。

以上の理由により、博士（理学）の学位に十分に値すると判断する。