

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 松 永 和 成

論 文 題 目

The Study of Martian Plasma Boundaries Based on Spacecraft Observations

(探査機による観測に基づく火星プラズマ境界層の研究)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学宇宙地球環境研究所	教 授	理学博士	草 野 完 也
委 員	名古屋大学宇宙地球環境研究所	教 授	博士(理学)	平 原 聖 文
委 員	名古屋大学宇宙地球環境研究所	教 授	理学博士	町 田 忍
委 員	東京大学大学院理学系研究科	教 授	博士(理学)	関 華 奈 子

論文審査の結果の要旨

火星は地球のような固有磁場を持たない非磁化惑星であり、惑星間空間磁場(IMF)を伴った太陽風と火星上層大気との相互作用の結果、火星周辺には誘導磁気圏と呼ばれる勢力圏が形成されている。しかし、火星誘導磁気圏の上部境界を形成するプラズマ境界層については、これまでの断片的な観測により呼称や議論がなされているが未だに決着がつかない。本論文は、太陽風と火星上層大気の相互作用を理解するため、Mars Global Surveyor (MGS)衛星と MAVEN 衛星の 2 機の火星探査機で得られたプラズマおよび磁場の観測データを用いて、磁場と電場から判別される誘導磁気圏界面(Induced Magnetosphere Boundary, IMB)と、イオンの主成分が太陽風由来の水素イオンから火星由来の重イオンへと変化するイオン成分境界面(Ion Composition Boundary, ICB)、太陽風のガス圧と動圧に対して火星誘導磁気圏の磁気圧が釣り合う境界(β^* 境界)という 3 つのプラズマ境界層に着目して、その存在位置と特徴、太陽風変動と火星地殻起源の残留磁場への依存性を調べたものである。

研究の背景をまとめた第一章の序論、観測手法や使用データについてまとめた第二章に続き、第三章では、MGS 衛星の長期観測データから MGS 衛星が IMB を通過したイベントを選定し、その太陽風動圧と IMF の向きへの依存性を調べた。統計解析の結果、判別した IMB 通過イベントの 3 分の 2 程度が、相対的に低い太陽風動圧のときに起こっていることを発見した。このときの IMF は、北半球でケルビン・ヘルムホルツ不安定性(KHI)が起きやすい条件を満たしていた。そのため、IMB 内で引き起こされた KHI による渦構造の向きと、イオンの運動の向きが一致することで、太陽風領域をより低高度まで侵入させ、IMB を低高度に存在させているという仮説を提唱した。

次に、第四章では、MAVEN 衛星によって初めて火星周辺で行われたプラズマ総合同時観測データを用いて、IMB、ICB、および、 β^* 境界の 3 つのプラズマ境界層を比較するための統計解析を行った。その結果、昼側では主にマスローディング過程により IMB と ICB が形成されていること、また夜側境界層の位置が残留磁場の影響により常に南北非対称をもつことを世界で初めて示した。また、南半球で太陽風電場の向きが下向きとなる場合には、火星大気起源の重イオンが低エネルギーのまま広い範囲に流出し、ICB を通常より高い高度に押し上げることを示唆する結果も得た。これらを通して大気流出メカニズムとしては、残留磁場が形成するミニ磁気圏からのイオン流出の可能性を考察している。これらは火星気候変動を引き起こした大気流出過程の候補として重要であり、火星の大規模環境変動の原因を探る上で有意義な成果である。

第五章では、本論文全体を通じた結論と展望がまとめられており、これらの研究成果は、非磁化惑星周辺の宇宙環境の基本的性質を、火星探査機による長期のプラズマ総合観測データに基づいて、実証的に明らかにした重要な成果であり、高く評価できる。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。