

別紙 1 - 1

論文審査の結果の要旨および担当者

| | | | |
|------|---|---|---|
| 報告番号 | ※ | 第 | 号 |
|------|---|---|---|

氏 名 伊 集 朝 哉

論 文 題 目

Propagation of Coronal Mass Ejections in the Interplanetary Space

(惑星間空間中でのコロナ質量放出の伝搬)

論文審査担当者

| | | | | |
|-----|----------------|-----|--------|---------|
| 主 査 | 名古屋大学太陽地球環境研究所 | 教 授 | 理学博士 | 徳 丸 宗 利 |
| 委 員 | 名古屋大学太陽地球環境研究所 | 教 授 | 理学博士 | 草 野 完 也 |
| 委 員 | 名古屋大学太陽地球環境研究所 | 准教授 | 博士(理学) | 増 田 智 |
| 委 員 | 名古屋大学大学院理学研究科 | 准教授 | 博士(理学) | 鈴 木 建 |

論文審査の結果の要旨

コロナ質量放出(CME)は、太陽コロナ底部から惑星間空間に向かって濃密な磁化プラズマが突発的に噴出する現象である。地球が CME に遭遇した場合、地球周辺の宇宙空間や超高層大気に大きな擾乱が発生するため、その伝搬過程を正確に理解することが宇宙天気予報の研究において重要な課題となっている。惑星間空間を伝搬する CME の速度は、背景を流れる太陽風との相互作用によって著しく変化することが知られている。その相互作用の物理過程は、太陽-地球間の観測データが乏しいため未だによくわかっていなかった。

本研究では、天体電波源の惑星間空間シンチレーション(IPS)の観測データを使って伝搬途中の CME を検出し、太陽風と CME の相互作用を明らかにしている。ここで用いたデータは、1997 年から 2011 年までの期間における SOHO 探査機のコロナグラフ観測、太陽地球環境研究所の IPS 観測、地球近傍の探査機によるプラズマ観測である。これらのデータから 46 例の CME イベントを同定し、それらを背景太陽風との速度差によって高速（背景より速く速度差が 500km/s 以上）、中速（背景より速く速度差が 500km/s 以下）、低速（背景より遅い）の 3 つのグループに分類した。各グループを解析した結果、1) 太陽から遠ざかるにつれて高速の CME は急速に減速、中速の CME はわずかに減速、低速の CME は加速しながら、CME の速度は背景太陽風の速度に近づいてゆくこと。2) CME の加速および減速運動は、それぞれ 0.34 ± 0.03 天文単位(AU)と 0.79 ± 0.04 AU までにほぼ終了し、CME の速度が $479 \pm 126 \text{ km s}^{-1}$ に達した後は等速運動すること、を見つけた。これらの結果は、drag force（流体抗力）によって CME の運動が制御されるという仮説を支持している。そこで本研究では CME 伝搬について提案されている 2 つの drag force モデルを観測データと比較した。そのモデルとは、流体力学的 Stokes 抗力による線形モデルと空気力学的抗力による 2 次モデルである。比較の結果、高速・中速の CME は線形モデルでよく説明できることがわかった。一方、低速 CME の場合、2 つのモデルはともに観測とよく一致しているが、 χ^2 値の考察から 2 次モデルの方が尤もらしいことがわかった。さらに本研究では、線形モデルの係数が速度依存性を持っていることを発見し、それを考慮して改良版の drag force モデルを提案している。このモデルは、本研究の対称となった大質量 CME ($10^{12} - 10^{13} \text{ kg}$) の運動は背景太陽風との速度差が 2300km/s 以下では流体力学的 Stokes 抗力、速度差が 2300km/s を越える場合、空気力学的抗力の作用が支配的となることを示唆している。

本研究結果は、従来謎であった惑星間空間における CME の伝搬過程を明らかにしたもので、宇宙天気の精密な予測につながる他、無衝突状態での磁化プラズマ間の相互作用について重要な知見を提供している。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。