

地上観測イメージデータにもとづく太陽風・彗星プラズマ相互作用の解明

Interaction of the Cometary Plasma with Solar Wind Found in the Image Data Observed from the Ground

橋爪 美紀[1], 大家 寛[2], 小野 高幸[3]
Miki Hashizume[1], Hiroshi Oya[2], Takayuki Ono[3]

[1] 東北大・理・地球物理, [2] 東北大・理・地球物理学, [3] 東北大・理
[1] Geophys., Tohoku Univ., [2] Geophysical Ist. Tohoku Univ., [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.

IHW プロジェクトによってアーカイブされたハレー彗星地上観測データをもとに彗星プラズマと太陽風との相互作用に関する解析研究が行われた。イオンテイル周辺に発生している Side ray 構造に着目し、Ray の傾斜角度変化並びに彗星起源イオンの沿磁力線流出速度に関する解析を行った。結果 Ray の傾斜角度は時間の経過とともに main tail の軸に寄っていくような動きをし、さらに磁力線沿いのイオン流出速度は、main tail から離れるにしたがって加速してゆく様相がとらえられた。この様なイオンの様相は、その理解のためにはイオンを有効に加速する太陽風プラズマと彗星イオンの波動粒子相互作用を通じたメカニズムの必要性が指摘されることとなった。

はじめに

1986年、76年毎のハレー彗星回帰に伴い、ハレー彗星観測計画が IAGG にて立案され、複数の探査体を用いた直接観測に加え、地上光学観測装置によるハレー彗星の観測も IHW プロジェクトとして参加した国際協同観測が実施された。IHW による観測データが JPL のグループによってアーカイブされてデータベースが作成され、公開されている。本研究は IHW アーカイブデータを用いて彗星周辺における太陽風・彗星起源イオンの相互作用を解明することを目的としている。このため地上光学観測結果中、彗星イオンの輝帯に感度を持った画像データを用いて彗星周辺のプラズマの動きに焦点をあてた解析を実施した。

地上観測データ中の大くに見られる彗星イオンの分布構造の一つに Side ray 構造がある。これは太陽風磁場が接触層において彗星を包み込むように取り囲み、彗星磁気圏を形成することに関わっている。Ray 構造は磁力線の形をそのまま反映していると考えられており、特に本研究では、Ray 構造に着目し、イオンピックアップに対応して太陽風およびその磁場との相互作用を解明することを目的とした。

データ解析

太陽紫外線によって電離されたイオンは、彗星に巻ついた太陽風磁場にトラップされて磁力線沿いに流出し、Ray として観測される。IHW によるイメージデータに現われる Ray と main tail 軸とのなす角の時間変化は、まず初期の Ray に対しては、main tail 軸に対して 60°程度の傾きを示し、時間の経過とともに、徐々にプラズマテイルの軸に寄っていくような動きをする。main tail に対する角度が大きいほど閉じる速度が大きく、小さいほど速度が小さくなる傾向が確認された。

彗星イオンの沿磁力線流出速度

次に Ray 構造の時間変動から、磁力線に対して直交方向への速度を差し引くことで、沿磁力線方向に流出している彗星起源のプラズマの流出速度を測定した。解析は、ハレー彗星が黄道面を横切る3月6-13日のデータに対して行った。1986年3月8日の例では、この時の日心距離は0.82AUであったが、特徴的な Ray の構造がみられ、詳細なイオン流出速度の解析が行われた。この測定では Ray に沿って特徴的な構造を示すイオン塊に着目し、その塊を追跡する方法が採られたが、結果として20-120km/sec が得られている。またこの流出速度は main tail 軸からの距離に依存しており、距離が遠くなるにしたがって速度が増大する傾向を明瞭に見ることができた。

さらに、Giotto 探査体によって観測された惑星間空間の磁場の方向と Plume ray の出現方向の比較により、Plume ray の発生と太陽風磁場ならびにプラズマの速度分布との対応が認められた。これは波動粒子相互作用の効果によってイオンが加速される結果として Ray が形成されることを支持する結論ともなっている。以上の結果から、Ray 生成の機構に関するイオンの加速する過程の解釈にはプラズマ波動による波動粒子相互作用の寄与が指摘されると結論する。

まとめ

IHW プロジェクトによってアーカイブされたハレー彗星地上観測データをもとに彗星プラズマと太陽風との相互作用に関する解析研究が行われた。特にイオンテイル周辺に発生している Side ray 構造に着目し、Ray の傾斜角度変化並びに彗星起源イオンの沿磁力線流出速度に関する解析を行った。結果 Ray の傾斜角度は時間の経過とともに main tail の軸に寄っていくような動きをし、さらに磁力線沿いのイオン流出速度は、main tail から離れるにしたがって徐々に加速してゆく様相がとらえられた。このような Side Ray の構造と Ray に沿って運動するイオンの様相は、その理解のためにはイオンを有効に加速する太陽風プラズマと彗星イオンの波動粒子相互作用を通じ

たメカニズムの必要性が指摘されることとなった。