

金星・火星と太陽風との相互作用における荷電交換の効果

The effects of charge exchange in the interaction between the solar wind and an unmagnetized planet

島津 浩哲[1]

Hironori Shimazu[1]

[1] 通総研

[1] Comm. Res. Lab.

<http://www.crl.go.jp/>

太陽風と非磁化惑星との相互作用に関して、3次元のハイブリッドコード(イオンを粒子、電子を流体とする)を用いた、計算機シミュレーションをおこなった。物理的には球を過ぎる磁化プラズマ流を扱っていることになる。このような系を磁気流体近似で考える場合、電場(- $v \times B$)方向には物理量は対称である。しかし、粒子効果を含めると電場方向に非対称性が現れる。本研究では、衝撃波の構造の電場方向の非対称性への荷電交換反応の効果を調べることが目的としている。

導入

太陽風と非磁化惑星との相互作用に関して、3次元のハイブリッドコード(イオンを粒子、電子を流体とする)を用いた、計算機シミュレーションをおこなった。物理的には球を過ぎる磁化プラズマ流を扱っていることになる。このような系を磁気流体近似で考える場合、電場(- $v \times B$)方向には物理量は対称である。しかし、粒子効果を含めると電場方向に非対称性が現れる。本研究では、衝撃波の構造の電場方向の非対称性への荷電交換反応の効果を調べることが目的としている。ここでは荷電交換として陽子と酸素原子との電荷交換を考える。ハイブリッドコードは、イオンのラーモア半径効果を扱え(火星の大きさはイオンのラーモア半径に近い)、さらに、荷電交換のようなイオンの反応を扱えるので本研究に適した手法である。また、衝撃波の位置を解析的に求めるのは一般に困難で、数値シミュレーションが必要となる。

結果

衝撃波の高さの電場方向の非対称性は荷電交換を含めない場合、電場の向きの側で小さく、反対側が大きかった。これは観測結果と逆であり、この点が以前から問題となっていた。しかし、荷電交換を含めると大小がいかかわり、定性的には観測結果と一致する結果が得られた。光電離のような酸素イオンの生成過程を含めたシミュレーションでは、このような結果は得られなかった。したがって、単なる酸素イオンの生成だけではなく、荷電交換によって太陽風のイオンが消えることが役割を果たしていることが推察される。発表では、この点について議論する。