

高解像度3次元MHDシミュレーションによる火星のMagnetic Pile-up Boundaryの形成

久保田 康文 [1]; 前澤 洸 [1]; 陣 英克 [2]
[1] JAXA宇宙研; [2] 情通研

The formation of the Martian magnetic pile-up boundary using a new high-resolution 3-D MHD model

Yasubumi Kubota[1]; Kiyoshi Maezawa[1]; Hidekatsu Jin[2]
[1] ISAS/JAXA; [2] NICT

The global magnetic field of Mars is known to be very weak like Venus. Recent observations have revealed the existence of the magnetic pile-up boundary in the inner Martian magnetosheath, while such a structure has not been observed at Venus. Jin et al. [2006] examined the effects of charge exchange reactions and electron impact ionizations by using a developed 2-D MHD model. The MHD simulation results suggest that a decrease of pressure due to the charge exchange reactions and electron impact ionizations causes an enhancement of magnetic field magnitude in the inner magnetosheath. But 2-D MHD simulation does not reproduce actual magnetic field, temperature and velocity in the inner magnetosheath. To investigate more quantitatively the effects of charge exchange reactions and electron impact ionizations, 3-D MHD simulation is required. We developed a high-resolution 3-D MHD model and investigated the effects of charge exchange reactions and electron impact ionizations.

火星は金星と同様に全球的な固有磁場がほとんどなく太陽風は電離層と直接相互作用している。近年の火星探査によって火星にはバウショックより内側に磁場が急増する領域 Magnetic pile-up boundary(MPB) が存在することが明らかになった。MPB 形成メカニズムとして特に注目したのは、太陽風と惑星大気の charge exchange (CE: $H + H^+ \rightarrow H^+ + H$; $O + H^+ \rightarrow O^+ + H$) と electron impact ionization (EII: $H + e \rightarrow H^+ + e + e$; $O + e \rightarrow O^+ + e + e$) の役割である。Jin et al. [2006] はこれらの反応係数をモンテカルロ法で求め、2次元MHDシミュレーションに組み込みその効果について考察した。その結果、太陽風が惑星に近づくと、エネルギー緩和効果 (CE 太陽風のイオンは、エネルギーの低い惑星起源イオンに取って代わる。EII 電子エネルギースペクトルは低い方に移る) によってガス圧が減少し、全圧を一定に保つために磁場圧が増加することを示した。

しかし2次元であるため、シース内の磁場、密度、速度の構造を現実的には再現できていない。より定量的に CE と EII の効果を議論するためには3次元で考える必要がある。そこで我々は、高解像度の3次元MHDシミュレーションを開発し、CE と EII の反応係数をMHDモデルに組み込み効果を定量的に議論した。まず2次元の計算と比較して、3次元ではシース内でプラズマが磁力線方向に逃げることができるためプラズマ密度が減少する。その結果、ガス圧が減少し、全圧を一定に保つために磁場圧が増加することを示した。次にCE、EII効果をいれた計算をした結果、密度の減少による磁場の増加が大きいいため、CE、EIIによる磁場の増加は小さいことがわかった。