

太陽風-非磁化惑星相互作用におけるプラズマ混合過程の効果

Effects of plasma mixing processes on the solar wind interaction with non-magnetized planets

田中 高史 [1]

Takashi Tanaka [1]

[1] 通総研

[1] CRL

MHDシミュレーションにより、太陽風と火星や金星などのような非磁化惑星が相互作用する過程を解析した。この問題では、太陽風の流れと電離圏の構造は複合系となる。昼側では、ポーショック発生、流れの停留、磁場の絡みつき、イオノポーズの形成などが発生する。太陽風の流れはイオノポーズに沿って夜間に向かうが、イオノポーズは夜間に行くにつれて高くなっている。磁場強度分布から、磁場の侵入が天頂角60度付近から夜間に向かって発生しているのが分かる。この過程により、夜間にX磁場強度上昇域が発生する。これは侵入した磁場が夜側に出現したものであり、イオノホールに対応する。

太陽風と火星や金星などのような非磁化惑星が相互作用を行う問題では、電離圏が直接太陽風中に暴露されるという状況を扱う。ここでは、惑星の周りの太陽風の流れを決めるためには、電離圏の形を知る必要があり、逆に電離圏の構造を決めるためには、太陽風の流れを知らなくてはならない。従って、対象は太陽風、電離圏を含む複合系を構成する。このような系の解析には、MHDシミュレーションが有効である。

昼側では、ポーショック発生、流れの停留、磁場の絡みつき、イオノポーズの形成などが発生する。サブソーラー ($Y = Z = 0$) での力学平衡を考察すると、上流の非擾乱太陽風中では動圧が卓越しているが、ポーショックを通過すると運動エネルギーは内部エネルギーに変換され、流体圧力が動圧に取って代わる。さらに惑星に近づくと、三次元効果によって磁力管が空になり、磁気圧が卓越してくる。ここを磁気バリアーと呼ぶ。そしてイオノポーズで磁気圧は冷たい電離層のプラズマ圧で支えられる。電離圏が太陽風の動圧を支えられないようになると、太陽風磁場が電離圏に浸透する。即ち昼側電離圏の磁化が発生する。

太陽風の流れはイオノポーズに沿って夜間に向かうが、イオノポーズの位置自体が太陽風と電離圏のバランスの上に成り立っている。イオノポーズが夜間に行くにつれて高くなっている。磁場強度分布からは、磁場の侵入が天頂角60度付近から夜間に向かって発生しているのが分かる。イオノポーズは対称でなく、両極方向(サブソーラーでのIMFが乗っている面を赤道面として)に翼のような張り出しが発生するが、天頂角60度付近の分布は、太陽風の流れが翼で停留するのに伴い発生する、太陽風と電離圏の新たな混合を示している。新たな混合に伴って、夜間にX磁場強度上昇域が見られる。これは天頂角60度付近から侵入した磁場が夜側に出現したものである。このX磁場強度上昇に対しては、プラズマ密度の低下が見られる。これはイオノホールと呼ばれる構造である。即ち非理想電磁流体過程に伴った太陽風-電離圏混合がイオノホールを形成すると結論される。