

太陽風と弱磁場天体との相互作用に関するグローバルブラソフシミュレーション

伊藤 陽介 [1]; 梅田 隆行 [1]; 荻野 竜樹 [2]
[1] 名大 STE 研; [2] 名大・STE 研

Vlasov simulation of the interaction between the solar wind and a dielectric body with magnetic anomaly

Yosuke Ito[1]; Takayuki Umeda[1]; Tatsuki Ogino[2]
[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.

The interaction of a plasma flow with an unmagnetized object is quite different from that with a magnetized object such as the Earth. Due to the absence of the global magnetic field, the unmagnetized object absorbs plasma particles which reach the surface, generating a plasma cavity called 'wake' in the anti-solar side of the object. Since the velocity of the solar wind (SW) is larger than the thermal velocity of ions, ions cannot penetrate into the nightside of the moon. However, ions were observed in the deep wake by a Japanese spacecraft SELENE (KAGUYA) which is orbiting the moon in a polar orbit around 100km altitude. A key mechanism of this phenomenon is thought to be scattering of SW ions at the lunar dayside surface by an interaction between the Interplanetary Magnetic Field (IMF) and a lunar magnetic anomaly. In the present study, we examine entry processes of ions into the wake due to the interaction between IMF and the magnetic anomaly via a full-kinetic Vlasov simulation. There are two processes that the ion entry into the wake. A shock is formed by the interaction between the dipole magnetic field and the SW. A part of SW ions are reflected at the shock and enter the wake due to the ion gyro motion. On the other hand, the electric field toward the body is generated by the negative charge on the nightside surface. SW ions enter the wake due to the out-of-plane magnetic convection induced by the electric field.

月のような固有磁場を持たない誘電物体に太陽風が当たると、夜側にウェイクと呼ばれる真空の領域が形成される。これは太陽風速度がイオンの熱速度に比べてはるかに大きく、イオンが月の夜側に侵入することができないためである。ところが、日本の月周回衛星「かぐや」が2008年に月面上空100kmよりプラズマ密度と磁場の観測を行ったところ、ウェイク内部においてイオンが観測された。これは月表面の磁気異常と惑星間空間磁場(IMF)との相互作用により月昼側の太陽風イオンが散乱され、月裏側に侵入したためと考えられている。本研究では、月に見立てた誘電物体に弱いダイポール磁場を配置し、太陽風との相互作用についての2次元グローバルブラソフシミュレーションを行い、イオン侵入過程に対する磁気異常の影響について調べた。イオンのウェイク内への侵入には以下の二通りの過程があることが分かった。磁気異常によって物体昼側にショック構造ができ、このショック構造によってイオンは反射され、ジャイロ運動によって月の裏側に回りこむ。一方、電子の熱速度は太陽風速度に対してはるかに大きいために、電子はウェイク内に侵入できる。これにより月の夜側表面では負の電荷を帯び、物体方向へ電場が生じる。この電場とIMFによって $E \times B$ ドリフトによる磁気対流が生じ、ジャイロ運動とは反対方向からウェイク内へイオンが侵入する。