

太陽風磁場中の月周辺の電場構造の2次元粒子シミュレーション

中川 朋子 [1]
[1] 東北工大・情報通信

A 2-Dimensional full particle simulation of electric structures around the moon in the solar wind magnetic field

Tomoko Nakagawa[1]
[1] Tohoku Inst. Tech.

<http://www.tohtech.ac.jp/~comms/nakagawa/>

The electric field structure around the moon is studied by using a 2-dimensional electromagnetic full particle simulation. By considering absorption of the plasma particles at the surface of the moon, we obtain an intense electric field at the terminator region which is the boundary between the neutral solar-side surface and the negatively-charged, anti-solar side surface bombarded only by electrons with larger thermal speed than the solar wind bulk velocity.

In order to simulate the solar wind magnetic field, we introduced the background magnetic field whose direction is 45 degrees from the solar wind flow. The result is essentially same as in the case with no background magnetic field, and we confirm the presence of the electric field components parallel and perpendicular to the magnetic field.

月には地球のような大規模な固有磁場が無く、太陽風粒子が直接月面に吸収され [1]、下流には太陽風プラズマの無い領域「ウェイク」が形成される。このウェイクに関連したホイッスラー波が、月の4万7千 km 上流の太陽風中にいた GEOTAIL 衛星によって観測されている [2]。この波を励起したのは太陽風磁力線に沿って流れる高速電子ビーム成分と考えられるが、サイクロトロン共鳴によってホイッスラー波を励起するためには、電子ビームが磁力線に垂直な速度成分を持っている必要がある [3]。電子ビームがピッチ角散乱を起こすには、磁力線に対し角度を持った電場が必要である。ウェイクの境界には、イオンと電子の熱速度の違いによって分極電場が形成されると考えられているが、粒子観測などによる状況証拠はあるものの [4]、この領域における電場の直接観測は無い。

本研究では、月による粒子の吸着も再現するため、2次元粒子コードによるシミュレーションを行った。人工衛星などの導体の場合と異なり、月を誘電体（完全不導体）と近似し、吸着した電荷は月面上を移動しないこととした。これまでの計算により、イオン、電子ともに吸着される昼側月面に対し、夜側月面は、太陽風より速い熱速度を持つ電子だけが到達できるため負に帯電し、昼夜の境界に、ウェイク境界よりも強い電場が現れることが示されている。

今回はさらに、太陽風磁場を模して太陽風の流れに対し45度の角度を持った磁場を加えた。ただし、月より小さなラーマー半径を実現するため、実際よりもかなり強い磁場（サイクロトロン周波数がプラズマ周波数の32倍）を設定している。結果は電場強度、方向とも磁場無しの場合と比べあまり大きな変化は無く、電子のピッチ角散乱に必要な磁場に垂直な電場成分と、沿磁力線方向の減速を生む磁力線に沿った電場成分の両方ができていることを確認した。

[1] イオンの一部は反射されているという最近の「かぐや」の観測がある。(Saito et al., COSPAR2008)

[2] Nakagawa et al., EPS,2003.

[3] Nakagawa and Iizima, EPS, 2005, 2006

[4] Ogilvie et al., GRL 1996, Futaana et al., JGR 2001, 2003, Halekas et al GRL 2001, Halekas et al, JGR 2005.