

『のぞみ』の月 swing-by 時に観測された、月 wake 領域から飛来する電子及びion

*二穴 喜文 [1],町田 忍 [1],齋藤 義文 [2],松岡 彩子 [2],早川 基 [2]

ESA/ISA チーム

京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻[1], 宇宙科学研究所[2]

Electrons and ions originated from the Lunar wake observed at the time of the NOZOMI Lunar swing-by

*Yoshifumi Futaana[1], Shinobu Machida [1], Yoshifumi Saito [2]

Ayako Matsuoka [2], Hajime Hayakawa [2]

ESA/ISA team

Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University[1]

The Institute of Space and Astronautical Science[2]

The NOZOMI spacecraft approached to the moon at a distance of about 2 lunar radii on December 18, 1998. The Plasma Spectrum Analyzer PSA/ESA and PSA/ISA onboard the NOZOMI could successfully observe the three dimensional velocity distribution functions of electrons and ions. The PSA/ESA detected anti-flowing electrons in addition to the nominal solar wind electrons near the closest approach. Such anti-flowing electrons were thought to be originated from the lunar plasma wake because the magnetic field pointed that region. At the same time, the PSA/ISA observed small number of ions which was also thought to be originated from the wake region. We will report the details of the velocity distribution functions of the electrons and ions, and further discuss on the plasma environment around the moon.

1998年7月4日に打ち上げられた火星探査衛星『のぞみ』は同年12月18日に軌道変更のため月の重力を用いて swing-by を行なった。

Swing-by の日は新月にあたり、月および『のぞみ』は太陽風中にあった。また、『のぞみ』の月最接近高度は月半径の約2倍であった。

Swing-by に際して、『のぞみ』に搭載された電子計測器 ESA および ion 計測器 ISA による観測が行なわれ、月周辺における plasma の3次元分布関数を取得することに成功した。

電子計測器 ESA の観測では、月最接近の時間帯に、通常の太陽風電子成分に加え、ほぼそれと逆方向の速度成分を持つ電子の

count が增大していることが確認された。また電子の分布関数の温度異方性を用いて求めた磁場は月の wake 領域を指していることが分かった。つまりこの増大した電子の起源は月の wake 領域であることが示唆される。月の wake 領域において太陽風磁場が圧縮される構造があり、それゆえ mirror force が働き、太陽風電子が反射されたものを観測したと、我々は考えている。これは増大した電子(反射電子)の速度分布関数に loss cone が見えることによっても支持される。

Ion 計測器 ISA でも反射電子が捉えられた時刻とほぼ同じ頃、通常の太陽風とは異なる反射 ion と考えられる成分を観測した。太陽風 ion と非太陽風 ion を分離した上で別個に速度 moment 計算すると、最大で非太陽風 ion は太陽風 ion の密度の約 2 割、温度で約 12 倍の値を持つという結果を得た。また、これらの結果を用いて、非太陽風成分を反射成分と仮定し、de Hoffman-Teller 系に座標変換することによって磁場の方向を求めたが、その結果を電子の温度異方性から求めた磁場方向と比較すると約 29 度の差をもっていた。この差は幾つかの誤差要因から解釈が可能であり、非太陽風成分が反射成分であることを否定するものではない。

月周辺の磁場・plasma 環境についての直接観測は、1960年代後半から70年代前半に Explorer 35 や Apollo によって実施された。これらの観測から月本体は大きな conductivity を持たないことが分かった。また、1994年末には、WIND 衛星が月 flyby 時に、高精度の計測器を用いて、plasma wake を観測した。また、最近では Lunar Prospector が周回軌道を取り、更に詳細な観測を行なっている。

しかしながら、月周辺の磁場・plasma 環境の観測はそれほど多くなく、NOZOMI による今回の観測 data は大変貴重である。特に、低 energy ion の3次元分布関数を観測したという報告は未だなく、本講演ではその詳しい構造に関して報告を行なう予定である。