

月周回軌道上のULF波の偏波特性について

中川 朋子 [1]; KAGUYA/MAP/LMAG Team 綱川 秀夫 [2]
[1] 東北工大・工・情報通信; [2] -

Polarization of ULF waves observed by KAGUYA around the moon

Tomoko Nakagawa[1]; Tsunakawa Hideo KAGUYA/MAP/LMAG Team[2]
[1] Tohoku Inst. Tech.; [2] -

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

Characteristics of the polarization of the magnetic field rotation of the ULF waves around the moon are studied by using magnetic field data obtained by KAGUYA/LMAG on its orbit encircling the moon. The ULF waves are thought to be generated by the solar wind protons reflected by the moon through resonant interactions such as cyclotron resonance with the solar wind MHD waves, like the upstream waves of the Earth's bow shock generated by the protons reflected by the shock wave. Differently from the upstream wave at the Earth's bow shock dominated by the lefthand polarization, the polarization of ULF waves around the moon was 53% left-handed and 47% right-handed in the spacecraft frame of reference. The ratio was independent of the angle between the wave number vector and the direction of the solar wind flow. It is not expected from the assumption of the cyclotron resonance.

かぐや衛星によって高度 100km の月周回軌道上で発見された約 100 秒周期の Ultra Low Frequency(ULF) 波は、月によって反射されるプラズマ粒子と太陽風プラズマの相互作用を示す重要な現象と言える。その発生機構は、地球磁気圏前面の衝撃波の上流の ULF 波と同様、反射プロトンと太陽風中の磁気流体波 (MHD 波) とのサイクロトロン共鳴と考えられるが、衝撃波の上流の ULF 波と大きく異なっている点が磁場の回転方向である。衝撃波上流の ULF 波では、9 割以上が、観測者から見て左回りの波として検出されているが、月周回軌道上ではおよそ 53 % が左回り、残り 47% が右回りであった。この比率は、ULF 波のパワーに関わらずほぼ一定であった。

衝撃波の上流の ULF 波の場合、太陽風の流れの方向と波数ベクトルの方向が近いことが左回りの波が卓越して見えた主な原因と考えることができる。ドップラーシフトによって、反射粒子から見て左回りに見えてサイクロトロン共鳴が起こるような場合は、衛星から見てもドップラーシフトによって左回りに見えるためである。

月周回軌道上の ULF 波の場合は、太陽風の流れの方向と反射粒子の運動方向がまちまちであるためにドップラーシフトへの寄与が異なり、「衛星からみると右回りなのに反射粒子から見ると左回りに見える」という場合が起こり得る。このことが、右回り、左回りの両方がほぼ半分ずつ観測された原因と考えることができる。これはまた、波数ベクトルの方向が、反射粒子の速度の方向と揃っている事を暗に示しているようでもある。

その一方で、単純には説明がつかない点もある。太陽風の速度と波数ベクトルの方向が平行に近い場合、衝撃波上流と同様、左回りが卓越してもよさそうであるが、実際はそのような場合であっても右回りと左回りの比率はほぼ半々であった。また、波数ベクトルの方向は、衛星の軌道上の周回とともに徐々に向きを変えていく傾向がみられたが、単色の ULF 波が 1 時間にわたり左回りを示していたのに、急に右回りに変わって見える場合もあった。このような特性は、ULF 波の励起について、複数の励起機構の存在を示唆している可能性もある。

このような点を踏まえ、本講演では、かぐや衛星によって月周回軌道上で観測された ULF 波の偏波特性について報告する。