

太陽風中の非単色アルフヴェン波のパラメトリック不安定性

成行 泰裕 [1]; 羽田 亨 [2]; 坪内 健 [3]
[1] 九大・総理工・大海; [2] 九大総理工; [3] なし

Parametric instabilities of incoherent Alfvén waves in the solar wind

Yasuhiro Nariyuki[1]; Tohru Hada[2]; Ken Tsubouchi[3]
[1] ESST, Kyushu Univ; [2] ESST, Kyushu Univ; [3] NICT

<http://www.esst.kyushu-u.ac.jp/~space/>

Large amplitude, low-frequency Alfvén waves constitute one of the essential elements of the solar wind. Due to small collisionless dissipation rates, the waves can propagate long distance and efficiently convey such macroscopic quantities as momentum, energy, and helicity. In the context of the solar wind heating and acceleration, since the loading of such macroscopic quantities to the solar wind is completed when the waves are eventually damp away, it is important to quantitatively examine and compare various possible dissipation processes of the Alfvén waves. Among them, parametric instabilities are believed to be one of the most reliable processes in the dissipation of finite amplitude Alfvén waves, particularly in the fast solar wind. In this presentation, we will report recent progress of the parametric instabilities of "incoherent (nonmonochromatic)" Alfvén waves in the solar wind.

Parametric instabilities of Alfvén waves with cold ion (i.e. MHD and/or Hall-MHD systems) are vastly different from those in a finite ion beta plasma, even when the collisionless damping of the Alfvén waves are neglected. Further, parametric instabilities of incoherent Alfvén waves can also be qualitatively different from those of "coherent(monochromatic)" waves due to nonlinearly driven instabilities. We will also discuss the "kinetic" decay instability of both dispersive and nearly-dispersionless Alfvén waves, toward the interpretation of the local production of sunward propagating Alfvén waves, which was suggested by Helios/Ulysses observation results.

低周波の大振幅アルフヴェン波は太陽風中に遍在していることが知られているが、これらのアルフヴェン波は伝播角や周波数が小さいという性質から無衝突減衰をあまり起さず、長距離伝播をされると考えられている。この大振幅かつ長距離伝播をするという性質から、アルフヴェン波の減衰過程はエネルギー・運動量の輸送という観点において非常に重要であり、例えば、太陽コロナの加熱、太陽風中のプラズマの加熱・加速などに大きく寄与していると考えられている。このアルフヴェン波の減衰過程として最も重要視されている過程の一つとして、複数の波の共鳴による波動間のエネルギー輸送（パラメトリック不安定性）がある。例えば、アルフヴェン波はパラメトリック不安定性を通じてイオン音波などの縦波を励起し、背景のプラズマを加熱する。

本講演では、太陽風中のプラズマにおいて本質的に重要な有限イオン温度効果を考慮した「非単色」のアルフヴェン波のパラメトリック不安定性についての研究結果を報告する。非単色アルフヴェン波にともなう密度揺らぎによって駆動される「非線形型」の変調不安定性が、太陽風などの有限イオンベータプラズマ中におけるアルフヴェン波の減衰過程において極めて重要であることを示す。

また、Helios/Ulysses の高速太陽風の観測結果から、太陽方向に伝播するアルフヴェン波のエネルギー増加と太陽距離との相関（太陽方向に伝播するアルフヴェン波の「局所的な」生成）が指摘されており、パラメトリック崩壊不安定性が有力な機構として考えられてきたが、過去のMHD近似に依拠した議論では高ベータ中の波動の生成についての説明がつかず、未解決の問題となっていた。本講演では、有限イオン温度効果によって生じるアルフヴェン波の「運動論的な」崩壊型不安定性の重要性について、分散性、波動のスペクトル、偏波などのパラメータが不安定性に与える影響を調べ、観測結果について幾つかの解釈を与える。