

太陽風中を伝播する有限振幅磁気流体波のブラソフシミュレーション: Alfvén 波のパラメトリック不安定性解析

Vlasov simulation of finite amplitude magnetohydrodynamic waves in solar wind : Parametric instability of Alfvén waves

神代 天 [1]; 成行 泰裕 [2]; 羽田 亨 [3]; 梅田 隆行 [4]

Takashi Kumashiro[1]; Yasuhiro Nariyuki[2]; Tohru Hada[3]; Takayuki Umeda[4]

[1] 九大・総理工・大海; [2] 高知高専・電気; [3] 九大総理工; [4] 名大・STEL

[1] ESST, Kyushu Univ.; [2] KNCT; [3] ESST, Kyushu Univ; [4] STEL, Nagoya Univ.

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

太陽風プラズマは高温であるため、運動論的に取り扱う必要がある。太陽風中の磁気流体波の運動論的シミュレーションにはいわゆる Hybrid コード (超粒子イオン + 流体電子) が用いられることが多いが、超粒子に起因する数値ノイズの存在により、磁気流体波の長時間発展が正確に捉えられているのか定かではない。そこで我々は、主軸方向にはイオンの Vlasov 方程式を、垂直方向には 2 流体方程式を解く、新しい Vlasov-Hall-MHD コードを開発した。コード中のイオン音波と Alfvén 波の伝播を確認し、これらが線形分散関係を満足することを今年の SGEPS 秋学会にて報告した。

研究対象とする太陽風中の大振幅 Alfvén 波は、準平行伝播成分が卓越し、またイオンサイクロトロン周波数に比して波動の周波数が小さいため、無衝突減衰はほとんど起こさず、長距離伝播すると考えられている。このため Alfvén 波の減衰過程はエネルギーや運動量の輸送という観点から非常に重要である。現在その減衰過程として最も重要視されている過程の一つに複数の波の共鳴による波動間エネルギー輸送 (パラメトリック不安定性) がある。

本講演では Vlasov-Hall-MHD コードを用いて Alfvén 波のパラメトリック不安定性解析を行い、過去の Hybrid コードを用いた研究報告と比較した。これによりイオン音波 (背景磁場に平行方向) のみを運動論的に扱った際、太陽風中を準平行伝播する Alfvén 波をどの程度再現可能であるかを議論する。また Alfvén 波の崩壊不安定性によって励起されるイオン音波の成長率を Hybrid コード、Hall-MHD コードでの解析結果、及び線形解析解と比較したところ、良い一致が見られた。さらに Hybrid シミュレーションでは正確に捉えにくかったイオン分布関数の時間発展を精度よく求め、プラズマの温度効果、粒子加速についても言及する予定である。