

太陽風磁気流体乱流の数値シミュレーション

Numerical simulation of solar wind magnetohydrodynamic turbulence

研究代表者：成行 泰裕 (富山大学・学術研究部教育学系)
nariyuki@edu.u-toyama.ac.jp

研究目的 (Research Objective):

本研究課題では磁気流体を用いた 3 次元乱流の計算を中心に研究を進めている。本年度も、多次元磁気流体波のパラメトリック崩壊不安定性を中心に計算を行い、いくつかの成果が得られた。

計算手法 (Computational Aspects) :

3 次元磁気流体を用いた直接数値計算を行った(空間微分:擬似スペクトル法、時間積分:2 次の有理ルンゲクッタ法[Wambecq, 1978])。3 次元計算には各方向 128~256 の格子点を用いている。

研究成果 (Accomplishments) :

本年度も、昨年度から引き続きアーク偏波アルヴェン波のパラメトリック不安定性を中心に計算を進めた。昨年度はノイズに加えて特定の波数モードに初期条件として有限振幅の密度擾乱を与えた計算に主眼を置いていたが、本年度は有限振幅の初期密度擾乱は置かず、親波アルヴェン波の伝搬角依存性について詳細に調べた。アーク偏波アルヴェン波の崩壊不安定性についてはすでに先行研究[Del Zanna, GRL, 2001]があり、伝搬角依存性も円偏波アルヴェン波の崩壊不安定性の線形解析[e.g., Goldstein, 1978]から理解できることが分かっている。ただし、円偏波アルヴェン波の線形解析で予測される成長率とは定量的なずれがあった[Del Zanna, GRL, 2001; Del Zanna et al, JPP, 2015]。本研究では、複数の伝搬角(波数ベクトルと背景磁場の成す角度)で崩壊不安定性の数値計算を行い、アーク偏波の最大振幅成分の実効値を円偏波の線形解析の振幅として用いることで線形解析と数値計算の結果が定量的にも良く一致することを明らかにした。また、先行研究で報告されている数値計算結果に対しても、同様の考え方で定量的に良い一致が得られることを確認した。ただし、ビート不安定性[Del Zanna, GRL, 2001]に対しては現時点で同様の一致を確認できていない。今後は不安定性間の比較をより詳細に行う必要がある。

公表状況 (Publications) :

(口頭発表)

Nariyuki, Y., Parametric instabilities of arc-polarized Alfvén waves revisited, 15th Asia Pacific Physics Conference (APPC15) , online, 24th August 2022.