

5.2 学位論文

観測された光球速度場で駆動されたアルフベン波によるスピキュール形成、コロナ加熱および太陽風加速 (博士論文)

我々は、太陽光球で駆動されるアルフベン波の非線形伝播について磁気流体シミュレーションを行った。彩層中でのアルフベン波のダイナミクスにより、スピキュールと呼ばれるジェット状の現象を説明できる。また、コロナ中でのアルフベン波の非線形散逸はコロナを加熱するとともに、高速太陽風を駆動できる可能性が示唆されているが、これらの数値モデルは駆動されるアルフベン波のパワースペクトルに強く依存する。本論文では、アルフベン波を駆動する光球の速度場擾乱のスペクトルを観測から求めることで、従来のアルフベン波モデルの評価を行った。

まず我々は、太陽大気の磁束管を伝わるアルフベン波の非線形発展の1次元磁気流体シミュレーションを行った。光球の運動で駆動されたアルフベン波のエネルギーの大半は、彩層中における非線形モード変換を介した衝撃波散逸によって熱エネルギーに変換される。衝撃波と遷移層との衝突によって、スピキュールが生成され、非線形散逸されなかった波動のエネルギーがコロナに到達する。従来の計算では、波動の生成に白色雑音などの人為的な速度擾乱を用いていたが、今回の計算では観測された速度擾乱を用いた。その結果、スピキュールの高さや寿命、コロナ加熱に必要なエネルギー流束が実際にアルフベン波モデルから得られることが分かった。また光球、遷移層間の大気はアルフベン波共鳴器として働き、コロナ加熱に寄与することが確認された。

次に我々は、計算領域を地球近傍まで含めることで、アルフベン波のコロナ中における非線形散逸の様子を調べた。この計算においても、観測された速度擾乱でアルフベン波を駆動することで、スピキュール生成、コロナ加熱、太陽風加速を同時にアルフベン波モデルで説明することができた。また、磁束管の拡大率を変化させることで、磁束管の形状がアルフベン波の非線形性発展に与える影響を調べた。

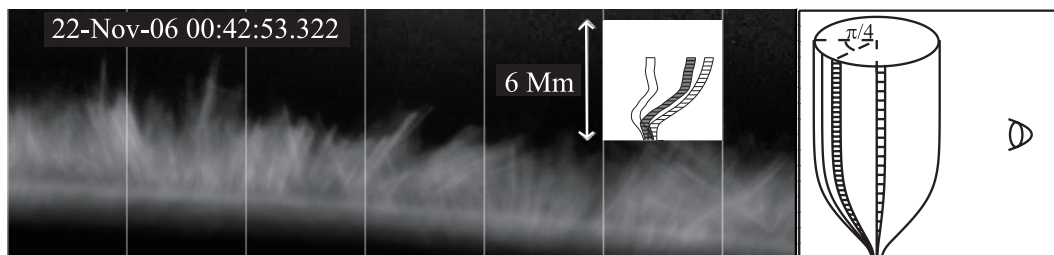


図: Hinode 衛星で観測されたスピキュール (背景) と数値計算結果

Reference:

Matsumoto, T. & Shibata, K. 2010, ApJ, 710, 1857

Matsumoto, T. & Kitai, R. 2010, ApJ, 716L, 19

(松本 琢磨 記)