

太陽大気や星間分子雲を伝わる非線形磁気流体波の数値シミュレーション

Numerical Simulation of nonlinear MHD waves in Solar Atmosphere and Interstellar Molecular Clouds

工藤 哲洋 [1]

Takahiro Kudoh[1]

[1] 国立天文台

[1] NAOJ

太陽大気や星間分子雲など重力成層した大気中を伝播する非線形磁気流体波（アルフベン波）を一次元の磁気流体力学数値シミュレーションを用いて調べた。太陽大気と星間雲の両方の場合において、アルフベン波の非線形効果のため成層大気が上方に膨張し、その後、重力と協調して振動することを確認した。発表では、太陽大気および星間分子雲における2つの研究結果を紹介し、それぞれに働いている共通の物理メカニズムを議論する。

太陽の彩層には、スピキュールと呼ばれる小さなジェット現象が観測されている。しかし、そのジェットの噴出メカニズムはまだ解明されていない。一方、太陽には、太陽コロナや彩層がどのようにして高温に維持されているのかという問題があり、こちらも未解決である。そこで、私たちは、太陽大気中を伝播するアルフベン波を用いて太陽スピキュールの生成とコロナ・彩層加熱の問題とを同時に解決するモデルを提唱した。このモデルでは、磁束管を伝わる非線型なねじれアルフベン波の作る磁気圧やガス圧がスピキュールを発生させる。アルフベン波はスピキュールを発生させると同時に一部はコロナへと抜けていく。数値シミュレーションの結果、スピキュールが発生するくらいのねじれアルフベン波が存在すれば、太陽コロナを加熱するのにちょうど十分くらいの磁気エネルギーがコロナへとぬけていくことがわかった。さらにこの時のアルフベン波の振幅は、彩層やコロナで観測されている非熱的な乱流速度（ライン幅）から期待される値と同程度であることが示された。

一方、星間分子ガス雲には、正体不明の乱流運動が存在する。その乱流の実行的な圧力は、実際のガス圧よりも大きく、ガス雲の力学平衡にも影響を与えていることが観測結果から示唆されている。乱流モデルとしては散逸しにくい磁気流体波であるとする説が有力である。これまでの星間乱流の数値シミュレーションは一様なガスの中における乱流の成長や減衰を調べる研究が主であった。しかし、実際の天体は、重力によってガスが成層構造をなしている。そこで、われわれは太陽スピキュールの計算を発展させて、自己重力成層した星間ガス中を伝播する磁気流体波の計算を行った。その結果、太陽スピキュールの生成と同様に磁気乱流の作る磁気圧などによってガス雲が膨張し、自己重力と協調して振動することを発見した。この振動状態は時間平均してみると、磁気乱流による圧力と自己重力との新たな力学平衡とみなすことができる。このとき、数値シミュレーションによって得られたガス雲の膨張のスケールとガス雲中の乱流の強さとの相関関係が、観測されているスケールリング則と一致することを確認できた。