

P22b Alfvén Wave が伝播する媒質中での自己重力不安定性

福田尚也、花輪知幸 (名大理)

分子雲の中では大振幅の磁気流体波が伝播しており、分子雲を支える圧力として重要な役割を担っている。この物理状態を数値計算で扱うためには、大振幅の磁気流体波を精度良く計算できなければならない。しかし、従来の数値計算の方法ではこの計算は困難であった。

今回、非線型の磁気流体波、及び、重力不安定性に対する非線型の磁気流体波の効果を精度良く計算できるよう、理想MHD方程式の数値計算法を改良した。新しく開発した方法は、特に波の相互作用に対して精度の良い結果を与える。具体的な数値計算法の手法に関しては本年会の情報処理の講演を参照されたい。

開発した手法では、厳密解である円偏光の大振幅の Alfvén 波を精度良く計算できる。このモードは分子雲中で伝播していると予測される。1 波長を 100 分割し、1 周期の波の伝播を計算した場合、波のエネルギーの減衰を 1 % に以下に抑えられた。

これによって、自己重力不安定性 (Jeans Instability) に対する非線型の磁気流体波の効果、磁気流体波の波同士の相互作用の問題 (Decay Instability など) といった分子雲等で予測される不安定性の計算が可能になった。

自己重力の不安定性の問題に関しては、円偏光の Alfvén 波が伝播する媒質に密度ゆらぎを与えたモデルの 1 次元数値シミュレーションを行なった。計算の初期の段階においては、解析的に求めた成長率* で密度のゆらぎは成長する。密度ゆらぎが大きくなり、非線形の状態に発展した段階では、重力収縮によって密度が高くなった領域に非線形の波が閉じ込められる。密度のゆらぎが高い領域では磁場のゆらぎも速度のゆらぎも大きくなる。

* 大振幅の円偏光の Alfvén 波が伝播している媒質における波の振動数 ω と波数 k の関係は次のように表される。

$$(\omega - k)^2(\omega + k + 2)(\omega + k - 2)\{\omega^2 - (c_s^2/v_a^2)(k^2 - k_j^2)\} - k^2(B^2/B_0^2)(\omega - k)(\omega^3 + \omega^2k - 3\omega + k) = 0$$