

**A232a MHD 衝撃波のカーバンクル不安定とその回避法**

花輪 知幸 (千葉大)、三上 隼人 (千葉大)、松本 倫明 (法政大)

強い衝撃波を伴う流れを数値粘性の少ないスキームで計算すると、カーバンクル不安定によりシミュレーションに不自然なこぶが現れる。数値粘性の大きなスキームを採用すればカーバンクル不安定を避けることができるが、接触不連続面がなまったりアルフヴェン波が減衰するなどの副作用が発生する。本講演では Roe のスキームを改良し、衝撃波の近傍だけにカーバンクル不安定を押さる数値粘性を付加する方法を紹介する。Roe のスキームはもともと数値粘性が少ないので、衝撃波の近傍以外では波の数値的減衰が押さえられている。

この方法では磁気流体力学方程式の特性速度を使って、数値粘性を付加する領域を特定する。すなわち数値格子の各セルで fast wave と slow wave の特性速度  $\lambda_i^{(k)}$  を求め、それらの空間差分  $\Delta\lambda_{i+1/2}^{(k)} \equiv \lambda_{i+1}^{(k)} - \lambda_i^{(k)}$  のいずれかが負となる場所を衝撃波近傍と同定した。ここで  $i$  はセルの位置を表し、 $(k)$  は波の種類を表す。衝撃波面から見るとどちらの側も風上となり、ゆらぎが発生するとどちらの側にも拡散されず停留してしまう。これがカーバンクル不安定を引き起こすので、衝撃波面の接線方向への数値粘性を増やしゆらぎを人為的に拡散させた。また数値粘性の大ききも特性速度の空間変化  $\Delta\lambda_{i+1/2}^{(k)}$  に応じて変えた。

講演では、平面 MHD 衝撃波にゆらぎを加えたテスト計算と、II 型超新星爆発に応用した例を紹介する。テスト計算では平均的な流れを  $x$  方向、ゆらぎの波数ベクトルを  $y$  方向と設定した。Roe の方法で最も不安定なのは平均的な磁場が  $z$  方向を向いている場合で、磁場の強さによらず不安定性が成長する。本方法での数値粘性を加えると、いずれの場合もゆらぎが減衰する。また HLL 法と比較すると数値粘性が小さいことを、II 型超新星爆発の計算例により示す。