

J51a 理想MHD Riemann問題の解の非一意性と安定性

高橋 和也 (早稲田大学), 山田 章一 (早稲田大学)

宇宙の高エネルギー現象では、高温のプラズマ状態の物質が、星間磁場や星が持つ磁場と相互作用し、複雑なダイナミクスを引き起こしている。従って、高エネルギー現象の理解には、磁場と流体近似したプラズマの相互作用を記述する MagnetoHydro Dynamics(MHD) 方程式による大規模な数値計算が強力な手法となっている。

MHD 数値計算の主流なスキームの中に Godunov 法がある。これは、計算領域をメッシュで区切り、空間セル間に生じる物理量の不連続面を初期条件とした、MHD 方程式の初期条件を各時間ステップ毎に解いていくという方法である。不連続面を含む圧縮性流体の初期値問題を Riemann 問題と呼び、理想 MHD 方程式の場合には、多くとも7つの波を含む自己相似な解で時間発展が記述できることが知られている。

しかし、Riemann 問題の解は一般には一意に定まらないため、複数個存在する解の中から、線形解析による安定性の議論などにより、不安定な波を含む解を除外する必要がある。同時に、理想MHDで安定な解は、散逸を含む、より現実的な状況においても安定であり、数値粘性が入る実際の数値計算においても現れると期待された。しかし、実際のMHD数値計算では線形解析で不安定となる解が現れるという矛盾が生じ、議論を呼んでいる。Riemann 問題の解の非一意性は、どの解を選択するかによってダイナミクス全体に影響を与える可能性のある問題だが、現在のMHD数値計算においてこの問題はほとんど意識されていない。

我々は理想 MHD 方程式の厳密解の初期条件に対する振る舞いを解析した。特に、複数個の解が現れる初期条件の近傍を解析し、擾乱に対して解がどのように変化するかで解の安定性を議論した。本講演ではその解析結果を紹介する。