

## M12b 離散的にエネルギー方程式の整合性を保つ頑健な磁気流体解法の提案

飯島陽久 (名古屋大学)

天体物理学、特に太陽型星の彩層・コロナ加熱問題の数値モデルにおいて、磁気流体的なエネルギーの輸送と散逸過程を正確に取り扱うことは、物理的に妥当な数値解を得るために避けては通れない課題である。

天文学で利用される典型的な磁気流体方程式の数値解法では、内部エネルギー、運動エネルギー、磁気エネルギーの総和は保存するものの、それぞれの時間発展は格子幅に依存する離散化誤差を含んでいる。特に内部エネルギーが運動・磁気エネルギーに比べて非常に小さい場合には、この離散化誤差によって圧力が負になるなど非物理的な数値解が出現し、計算が破綻する。これを避けるために内部エネルギーの時間発展方程式を陽に解くこともできるが、この場合は内部・運動・磁気エネルギーの総和に格子幅に依存する離散化誤差が生まれてしまう。

本研究では、陽に内部エネルギー方程式を解きながら内部・運動・磁気エネルギー間のやり取りを空間格子幅に依存せずに離散化する新たな有限差分解法を提案する。我々は差分式に成り立ついくつかのライプニッツ則に注目し、これを利用することで内部エネルギー、運動エネルギー、磁気エネルギーの時間発展方程式を互いに整合的な形で離散化することに成功した。特に、数値的な安定性のために付加される数値拡散に関する寄与も含めてエネルギー的な整合性を保つように離散化を行ったことを強調したい。この離散化は有限差分法の空間精度や時間積分法、数値拡散の詳細に依存しない形で定式化されている。提案手法の性能を衝撃波などの不連続を含む流体・磁気流体方程式の典型問題で評価したところ、マッハ数が非常に高く、プラズマベータが非常に低い、という多くの数値解法が破綻する極限状況下でも、エネルギー的な正確さを保つことが可能な、頑健な数値解法を構築することが出来ることが分かった。