

Z238b

Godunov Smoothed Particle Magnetohydrodynamics

岩崎一成 (同志社大学), 犬塚修一郎 (名古屋大学)

完全 Lagrange 法である Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 法は、高密度領域で自動的に分解能を上げることができるため、宇宙物理学の研究で広く用いられている。しかし、長年、磁気流体が扱えないことが SPH の大きな弱点であった。そこで、我々は、有限体積法で用いられている Godunov 法を SPH 法に応用し、線形波動よび不連続面を精度よく解くことができる Smoothed Particle Magnetohydrodynamics (SPM) 法を開発した (Iwasaki & Inutsuka 2011, 2013)。すでに、星形成の研究に適用されている (c.f. Tsukamoto et al. 2015 a, b)。

我々は、SPM 法の線形解析をおこない、磁気圧優勢下で、線形波動の精度が極端に悪化するという問題を発見し、その問題を最小限にする処方箋を見出した (Iwasaki 2015)。SPM 法では、我々の手法に限らず、磁気圧優勢下で起こる数値不安定を抑制するために、運動方程式とエネルギー方程式に磁場の発散に比例する修正項を加えている。この修正項によって、磁場に沿って伝播する slow wave の数値的な位相速度が、理論値を大きく超えてしまうことがわかった。これは、磁場が数値的に復元力として働いてしまうために引き起こされる。整形解析から、修正項の大きさをちょうど半分にすると、数値的な安定性を保ったまま、上記の問題を取り除くことができることがわかった。この処方箋の有効性は、複数のテスト計算で確認された。衝撃波が頻繁に発生するような動的な状況では、従来の SPM 法でも比較的精度よく解くことができるが、sub-Alfvénic 乱流などが重要な状況では精度が悪化するため、我々が見つけた処方箋が有効である。