

X05a MUSCL法を用いた Godunov SPH 法の高精度化

藤原隆寛, 森正夫 (筑波大学)

銀河の化学力学進化シミュレーションを実行する上では、流体の接触不連続面を正確に捉える必要がある。なぜなら、超新星爆発等により放出された重元素と星間ガスとの混合の度合いが、銀河の化学進化を考える上で非常に重要であるからである。しかし、銀河形成シミュレーションで頻りに利用されている Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 法には接触不連続面で非物理的な圧力ジャンプが生じ、その結果として流体の不安定性の成長が著しく抑制されてしまうという弱点がある。現在、この弱点を回避するための様々な手法が提案されているが、その1つに Godunov SPH 法 (GSPH, Inutsuka 2002; Cha & Whitworth 2003) がある。GSPH 法とは、粒子間相互作用の計算に Riemann 問題の厳密解を用いる方法で、圧力ジャンプを抑えられるだけでなく、通常の SPH 法で数値振動を抑えるために方程式に加えられる人工粘性項を必要としないという長所がある。

GSPH 法では、MUSCL 法を用いて補間した物理量を用いて Riemann 問題を解くことで、空間精度をより高次にできる。MUSCL 法を使用する場合、不連続面で発生する数値振動を抑えるために、流速制限関数を導入して補間される物理量に制限を付ける必要があり、Murante et al. (2011) では van Leer 型の流速制限関数が提案されている。本研究では、それに加えて、minmod 型、superbee 型、van Albada 型等の流速制限関数を実装した GSPH 法を開発した。本講演では、それらを用いて衝撃波管問題や Kelvin-Helmholtz 不安定性、点源爆発といったテスト問題を行い、その計算性能を比較した結果を報告する。さらに、これらの GSPH 法と、通常の SPH 法や Density-Independent SPH 法 (Saitoh & Makino 2013) を比較し、接触不連続面における解の振る舞いについて議論する。