

## X58a 改良版 Balsara Switch を用いた、SPH 法の持つ空間ゼロ次誤差が誘発する偽 Kelvin-Helmholtz 不安定の抑制

湯浅拓宏, 森正夫 (筑波大学)

Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 法は銀河形成や宇宙論シミュレーションで幅広く用いられているが、いくつかの問題が存在する。例えば、衝撃波を扱うために人工的な散逸項 (人工粘性項) が必要なこと、その散逸項がシア領域に粘性を与えてしまうこと、接触不連続面で非物理的な圧力勾配が表面張力の様に発生してしまうこと、離散化の際に粒子分布の非等方性からくる空間ゼロ次の誤差が発生することである。

Saitoh & Makino (2013) によって開発された Density-Independent SPH (DISPH) 法と、我々が開発した DISPH 法に Riemann solver を組み込んだ Godunov DISPH (GDISPH) 法では、接触不連続面で不連続な密度ではなく、連続な圧力をカーネル推定し、SPH 法の方程式が密度に陽に依存しないように書き表すことで接触不連続面での非物理的な圧力勾配の問題を解決した。実際に、DISPH 法、GDISPH 法によって静水圧平衡やケルビンヘルムホルツ不安定性といった流体の特徴的な現象を通常の SPH 法よりも正確に再現することに成功している。

Balsara (1995) によって考案された Balsara Switch (BS) は、シア領域で人工粘性が粘性を加えてしまうことを防ぐことができる。Kelvin-Helmholtz 不安定性や回転円盤のシミュレーションでは、Balsara Switch によってパフォーマンスが大きく向上することがわかっており、数多くの SPH 法を用いたプログラムで採用されている。

本発表では、BS を付けた SPH 法、DISPH 法において、空間ゼロ次の誤差が非物理的な摂動となり Kelvin-Helmholtz 不安定性の成長を誘発することを示し、改良版 BS を用いた偽不安定性の抑制方法についても述べる。更に、GDISPH 法や Godunov SPH 法において、未だに提案されていない BS を付ける手法についても述べる。