

X11b 相対論的流体力学方程式の数値解法：空間2次元2次精度

川口聡、信田浩司、花輪知幸（名大理）

相対論的な空間2次元の流体を計算する、時間空間ともに2次精度の数値シミュレーションコードを開発した。開発したコードは前回（96年秋季年会）発表したもの（空間1次元）を2次元化したもので、これにより流体が斜に進む場合も計算できるようになった。2次元の場合も次の特徴を受け継いでいる。

- (i) コードは、Roeの非相対論的流体力学方程式の数値解法を拡張したもので風上差分法に基づいている。得られる解はTVD (Total Variation Diminishing) 条件を常に満たし、数値誤差による振動が発生しない。
- (ii) 方程式を保存形式で記述しているため、系全体の粒子数・運動量・エネルギーが保存する。
- (iii) 保存量（粒子数・運動量・エネルギー）から速度・密度・圧力への変換の際、反復計算を使っていない。このためコードはベクトル化・並列化可能でスーパーコンピュータに移植可能である。

2次元的なテスト問題として完全流体（ $\gamma = \text{一定}$ ）の衝撃波管問題を、流体が計算格子に対して斜に進むように初期状態を置いて解いた。相対論的な現象にみられる様なガスの温度差が大きい場合、速度差が大きい場合それぞれに対して、初期状態が $(p, n)_L = [13.3, 10]$, $(p, n)_R = [0.66 \times 10^{-6}, 1]$ のとき、 $v_L = 0.99, v_R = 0$ のときを計算し、どちらも精度よく計算できることを確かめた。

またコードの特徴の (iii) であげた保存量から物理量への変換の精度について調べた結果、精度は流体の温度 (p/n)、速度に依存することがわかった。この変換法の適用可能範囲と併せて報告する。