

**X04b            3次元 Nested Grids 法を用いた自己重力流体コードの開発**

松本倫明 (法政大第二教養)、花輪知幸 (名大理)

最近の計算機パワーの向上により、高分解能の3次元数値シミュレーションを行うことが可能になってきた。しかし、自己重力流体では、密度の上昇とともに高密度部の空間スケールが減少し、分解能は不足しがちである。そこで、我々は3次元 nested grids を用いた流体コードを開発した。

【Nested Grids 法】Nested Grids 法とは、格子点間隔が1異なる複数のグリッドを階層的に重ね、局所的に高解像度を得る方法である。ひとつのグリッドは、格子点間隔が1/2倍のサブグリッドをひとつ持つ。異なるグリッドレベル間で、計算空間におけるグリッドの大きさは等しいが、物理空間におけるグリッドの大きさは1/2倍づつ(体積は1/8倍づつ)小さくなる。

このように複数のグリッドを入れ子状に配置することにより、Nested Grids 法は計算資源(CPU時間とメモリ)を節約しながら、実効的に高解像度を得る。

【実装の詳細】数値流束には Roe の方法を用い、MUSCL 法を用いて空間2次精度化を得る。さらに、勾配制限関数として minmod limiter を導入し、TVD 条件を満たしている。時間積分には fractal time step 法を用い、 $x, y, z$  方向を順番に入れ換えながら積分する。また、粗いグリッドが1ステップ時間が進む毎に、サブグリッドは2ステップ進むという、マルチタイムステップを用いる。マルチタイムステップの実装では、Chang et al. (1992) の非構造格子における解適合格子の方法を参考にした。この方法では、異なるグリッドレベル隣接するセルを時間積分し直す。これにより、異なるグリッドレベル間の解が収束する。

【テスト計算】テスト計算として1) ショックチューブ問題、2) 擾乱の伝播の問題を行った。 $32^3$  の大きさを持つグリッドを3段重ねた。

1) ショックチューブ問題では、様々な方向に衝撃波と希薄波を伝播させた。その結果、衝撃波と希薄波が、異なるグリッドレベル間を反射することなく伝播した。2) 擾乱が伝播においても、小さな振幅を持つ擾乱が、異なるグリッドレベル間を、精度良く伝播することを確認した。