

圧縮層からのクランプ形成に関する 三次元自己重力 MHD 数値実験

梅川 通久 (千葉大)

拡張する H_{II} 領域や分子雲の衝突等により形成される圧縮層は、大質量星形成のトリガーとして大きな役割を演じている。この様な現象を想定して、我々は磁場に貫かれ高い外圧で押えられた圧縮層の 3 次元自己重力 MHD 数値シミュレーションを行なっているが、本発表では自己重力ルーチンの計算に使用している、ICCG 法を用いたポアソンソルバーの並列化とその評価について報告する。

ICCG 法は再帰呼出を含む逐次代入演算を持つので、並列化には工夫が必要である。今回は各 CPU が保有するデータのみを参照する localize された方法により並列化を行なった。この場合、収束に要するイテレーション回数は増加するが、並列加速とのトレードオフで総合的な効率を考える必要がある。我々は、各 CPU が隣接する CPU の担当領域のデータをオーバーラップして持った場合には、単純に分割した場合よりも収束性に変化が見られるのではないかと予測に立ち、テスト計算でその確認を行なった。テスト計算には、修正 Lax-Wendroff 法に数値粘性を加えた 3 次元 MHD コードと、各 CPU の担当領域がオーバーラップした、localize された並列化 ICCG 法によるポアソンソルバーを使用した。 x, y 方向を周期境界、 z 方向を自由境界とした 3 次元デカルト座標系を用い、グリッド数を $(x,y,z)=(201,201,105)$ とした。初期条件で圧縮層中央面における圧力の 0.94 倍の高外圧下に置かれた圧縮層を、 $z = 0$ 面と圧縮層中央面が一致する様に置いた。

初期から 10 ステップを計算させた場合に ICCG 法のルーチンに費された CPU 時間を、3, 5, 7, 15, 21 CPU についてオーバーラップグリッド数 1 万から 50 万まで計測した。図 1 に 10 ステップの計算に費された CPU 時間 (左図) と 1 イテレーションあたりに費された CPU 時間 (右図) を示す。1 イテレーションあたりでは、どのモデルもよい加速率を示すが、実効的にはイテレーション回数の増加がある為オーバーラップグリッド数に依存して加速率が変動することがわかる。概ね、オーバーラップグリッド数を 20 万から 40 万程度まで増加させると速度向上が飽和する事がわかった。こういったデータを元に今後高効率の計算を行ない、圧縮層起源の分子雲クランプについて質量関数や時間発展の解析を行なう予定である。

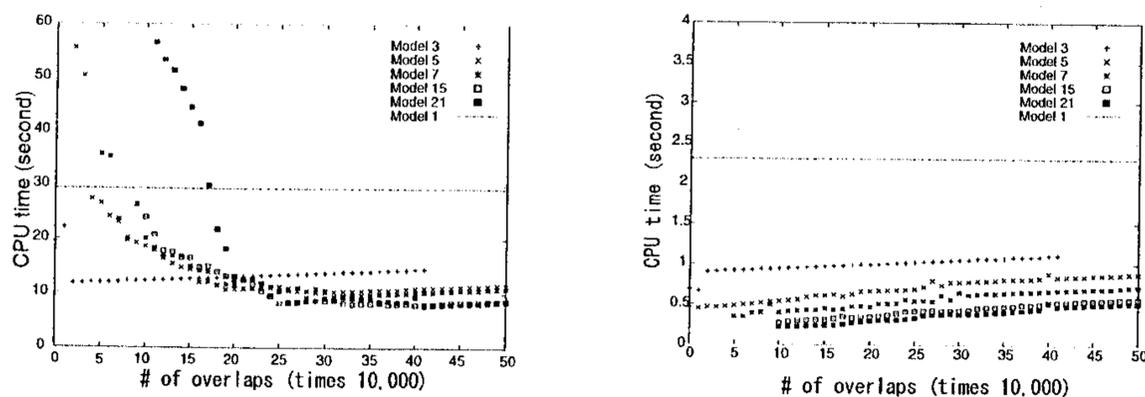


図 1: オーバーラップグリッド数と費した CPU 時間の関係。10 ステップに費した時間 (左図) と 1 イテレーションに費した時間 (右図)。モデル名は並列 CPU 数を表す。一部を除き、1 万～50 万の間で 1 万毎にオーバーラップグリッド数を取っている。