Japan Society of Fluid Mechanics

分子流体力学法による星風降着流の3次元数値シミュレーション

3D numerical simulation of wind accretion by the Molecular Hydrodynamics

○ 村田 浩也, 神大理, 〒657-8501 兵庫県神戸市六甲台町 1-1, murata@stu.kobe-u.ac.jp
光本 恵, 神大理, 〒657-8501 兵庫県神戸市六甲台町 1-1, mmitsumoto@stu.kobe-u.ac.jp
猪坂 弘, 島津, 〒604-8511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1, isaka@shimadzu.co.jp
松田 卓也, 神大理, 〒657-8501 兵庫県神戸市六甲台町 1-1, tmatsuda312@yahoo.co.jp
大杉 幸督, 神大理, 〒657-8501 兵庫県神戸市六甲台町 1-1, ohsugi@stu.kobe-u.ac.jp
Boffin Henri, ESO, hboffin@eso.org
Hiroya MURATA, Kobe University Graduate School, Kobe 657-8501, Japan
Megumi MITSUMOTO, Kobe University Graduate School, Kobe 657-8501, Japan
Hiromu ISAKA, Shimadzu, Kyoto 604-8511, Japan
Takuya MATSUDA, Kobe University Graduate School, Kobe 657-8501, Japan
Yukimasa OHSUGI, Kobe University Graduate School, Kobe 657-8501, Japan
Henri BOFFIN, European Southern Observatory

We apply the Molecular Hydrodynamics method (MH) to 3D numerical simulations of a wind accretion occurring in a symbiotic star Z Andromedae. A time step in the MH is not limited by the CFL condition, although the MH is one of explicit schemes. In the MH, a vacuum region and a high Mach number flow are easily treated. The MH is very robust in this sense. In our simulation, we find a bow shock and an accretion disc around an accretor, of which situation is similar to Mitsumoto et al. (2005). We get somewhat smoother solutions than theirs, though. It is probably because the MH has larger viscosity than finite difference methods.

1. はじめに

我々は前回の年会において、分子流体力学法(Molecular Hydrodynamics=MH)を新たな粒子法として提案した[1]. この手法は陽的法でありながら CFL 条件に縛られないという特有の長所を持つ非常に強力な手法である.

今回はこの MH を共生星の進化に適用した. Mitsumoto et al.(2005)と同様にZ And を対象として、MH により3次元数値シミュレーションを行った.

2. 分子流体力学法

分子流体力学法は粒子の移動と衝突を追跡することで、流体運動をシミュレートする粒子法である. この手法では計算領域をセルに分ける. 衝突対をセル内で探し、衝突後の速度方向は乱数により等方的に決める. ここで粒子の平均自由行程をセル幅程度に固定することで、密度によらずガスを熱平衡に近づける.

3. 数値モデル

連星は円軌道で公転すると仮定する. 座標系の原点を降着星に置く. 放出星は点(-1,0)にある. 連星と共に公転する回転系で見る.

3.1. パラメータΓ

放出星からの輻射圧の効果を考慮するためにパラメータΓを導入し、放出星の重力ポテンシャルに（1－Γ）を乗ずる.

3.2. 計算条件

xy 平面を公転面にとり、-2.0<x<1.0, -1.5<y<1.5, 0<z<1.0 とする. この領域を 300x300x100 のセルに分ける. 時間刻みは dt=dx、粒子の平均自由行程はλ=0.3dx とした.

初期に計算領域は真空とし、放出星表面付近から等方的に粒子を発生させた. 流入粒子には流速20km/s と、放出星の温度に対応した音速5.7km/s を与える. ガスの比熱比は1.01 とした. 赤道面では対称を仮定した. 計算領域外に到達した粒子は取り除く. また降着星周りに半径 0.006 の球状の穴を考え、それより内側に入った粒子は降着星に降着したとして取り除く.

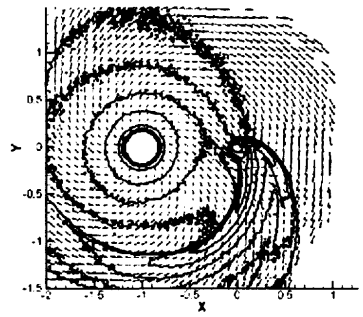

Fig. 1 Density distribution and velocity field on an equatorial plane of intermediate type flow are displayed.

4. 結果

4.1. 3タイプの流れ

Γを 0.9, 0.94, 1.0 に変化させた結果、ロッシュローブ溢れ流型・中間流型(Fig.1)・星風降着流型の3タイプの流れが確認された.

4.2. 他の手法との比較

MH の計算結果を Mitsumoto et al. (2005)と比較した. 全体的な流れの特徴は同じだが、衝撃波は MH の方が滑らかな形となった.

5. まとめ

分子流体力学法を用いて、Z And で起こる星風降着流の3次元数値シミュレーションを行った. 放出星の輻射圧の影響をΓによって近似し、Mitsumoto et al. (2005)と同様の結果を得ることができた. ところが結果を完全に合わせるのは難しい. その原因としては計算法・粘性・真空の扱い方の違いなどが考えられる.

参考文献

(1) 猪坂, 松田, 村田, 大杉, "モンテカルロ直接法の数値流体力学への拡張：分子流体力学法の提案," 日本流体力学会年会 2006 (2006), pp.1-7.
(2) 光本, Jahanara, 松田, "共生星における星風の3次元数値シミュレーション", 日本流体力学会年会 2005, (2005).

NII-Electronic Library Service