

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書（平成16年度）

提出期限：平成17年3月14日(月)17:00 必着

応募カテゴリ（いずれかを選択） **B**

システム（いずれかを選択） VPP

プロジェクト ID: ryo01b

研究代表者（現在のユーザ ID: ochiys）

氏名	越智 康浩	
所属機関名	名古屋大学大学院 理学研究科	
連絡先住所	〒 464-8602 名古屋市 千種区 不老町 名古屋大学 理学部 物理学科 A 研	
電話番号	043-290-3720	
E-mail	yasuhiro@a.phys.nagoya-u.ac.jp	
職または学年	博士課程 2 年	
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名	花輪 知幸	

研究課題名

(和文)	ガス降着による連星系の成長 – 主星と伴星の質量降着率 –
(英文)	Evolution of Binary System through Accretion – Accretion rates of Primary and Secondary –

研究分担者

[illegible]

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

(1) このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

投稿論文; 印刷中

1. “Evolution of a Protobinary: Accretion Rates of the Primary and Secondary”
the Astrophysical Journal 2005 in press
Y. Ochi, K. Sugimoto, and T. Hanawa

学会、研究会発表

1. 「離心率のガス降着に与える影響について」
日本天文学会秋季年会、2004 年 9 月 22 日、岩手大学
越智 康浩、杉本 香菜子 (名古屋大学 / 千葉大学)、花輪知幸 (千葉大学)
2. “Accretion onto a Protobinary in an Eccentric Orbit”
East-Asia Numerical Astrophysics Meeting, Nov. 30, 2004, NAOJ
Y. Ochi, K. Sugimoto, and T. Hanawa
3. 「周連星円盤からの主星・伴星へのガス降着 I」
「原始星の形成とその進化」の研究会、2005 年 2 月 23 日、千葉大学
越智 康浩、杉本 香菜子 (名古屋大学 / 千葉大学)、花輪知幸 (千葉大学)

成果の概要

Abstract

我々は原始連星のガス降着について 2 次元流体力学シミュレーションを行った。その結果、円軌道を持つモデルでも楕円軌道を持つモデルでも質量降着率は主星の方が高いことがわかった。特に楕円軌道を持つモデルでは質量降着率が周期的に変動した。ガスは遠点に近いときに伴星側の Lagrange point L_2 付近から連星に流入する。近点に近付くとガスは、伴星側のロッシュローブから Lagrange point L_1 を通過して主星側のロッシュローブに流れ込む。降着の開始時刻は楕円軌道を持つモデルの方が、円軌道を持つモデルよりも早い。

Result

楕円軌道を持つモデルの結果を示す。単位系として軌道長半径 a と平均運動 n を 1 とした。それゆえ、連星の公転周期は 2π である。面密度と流線の分布を示したのが図 1(a) である。初期条件として周連星円盤はケプラー回転しているものを置いた。また本計算では、星の近傍だけ計算の時間ステップを周囲より 2 倍長くし、数値拡散を抑えている。

モデルは主星と伴星の質量比 $q \equiv M_2/M_1 = 0.4$ 、音速 $c_s = 0.20$ 、そして、離心率 $e = 0.14$ である。左側が伴星、右側が主星である。主星の方にガスが多く降っていることが分かる。この結果は Artymowicz & Lubow 1996, ApJ, 467, L77 による 2 次元 SPH シミュレーションの結果と

反対である。われわれのシミュレーションでは、図 1(a) のように伴星の外側に渦状腕が現れ、伴星に向かって延びている。この渦状腕が伴星側のロッシュローブに接触すると、ガスは Lagrange L_2 point 付近から伴星ローブに流入する。そして伴星ローブに沿って半周し、 L_1 point を通過して、主星ローブに流入する。主星ローブに流入したガスの多くは伴星ローブに戻らないので、主星円盤の面密度の方が高くなる。

遠点通過前後にこの渦状腕は伴星ローブに接触し、伴星ローブにガスが流れ込む。そして半周期経った後、近点通過前後に伴星と主星の間にブリッジが形成され、ガスが伴星ローブから主星ローブへ流れ込む。図 1(a) は近点通過時のもので、伴星と主星の間にブリッジが形成されている。渦状腕は近点通過前後に伴星ローブと分離する。

図 1(b) は図 1(a) と同じモデルで主星と伴星に降着したガスの質量を見積もったものである。横軸が時刻、縦軸が降着した質量を表す。赤い実線が主星、青い実線が伴星である。ガスは主星の方に多く降着している。期間 $12\pi \leq t \leq 22\pi$ における降着率の時間平均は主星で $\dot{M}_{1d} = 4.28 \times 10^{-2}$ 、伴星で $\dot{M}_{2d} = 4.59 \times 10^{-3}$ である。また降着したガスの質量が時間とともに振動している。次にこのことについて述べる。

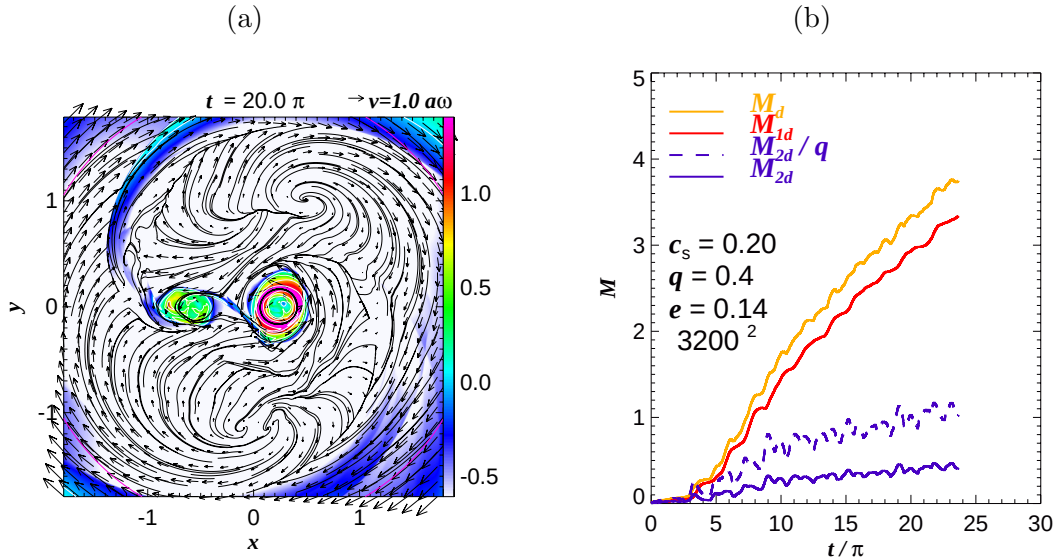


図 1: (a) 近点通過時の面密度と流線の分布を表す。モデルは質量比 $q \equiv M_2/M_1 = 0.4$ 、音速 $c_s = 0.20$ 、そして、離心率 $e = 0.14$ である。色は面密度、実線は流線、矢印は速度場を表す。ピンク色の円は $(m, l) = (2, 1)$ の Outer Lindblad Resonance の位置を表す。(b) 時刻に対する降着したガスの質量を表す。それぞれ赤の実線 (M_{1d}) が主星に、青の実線 (M_{2d}) が伴星に降着した質量である。黄の実線 (M_d) がそれらの和、青の破線 (M_{2d}/q) は M_{2d} を質量比 $q = 0.4$ で割った値である。

図 2 は図 1 と同じモデルで、質量降着率の位相に対する変調を表す。赤の十字が主星の、青のクロスが伴星の降着率を表す。主星の降着率は近点通過の少し前に緩やかに増加し、伴星の降着率は遠点通過の少し前と近点通過の少し前に増加している。

ここまでは離心率 $e = 0.14$ の場合についてのみ見てきた。われわれは離心率のガス降着に与える影響を調べるため、質量比 q 、ガスの比角運動量 j_{inf} 、音速 c_s は同じであるが、離心率が $e = 0$ と $e = 0.3$ のモデルについても調べた。その結果、 $e = 0.3$ のモデルの方が降着の開始時刻が

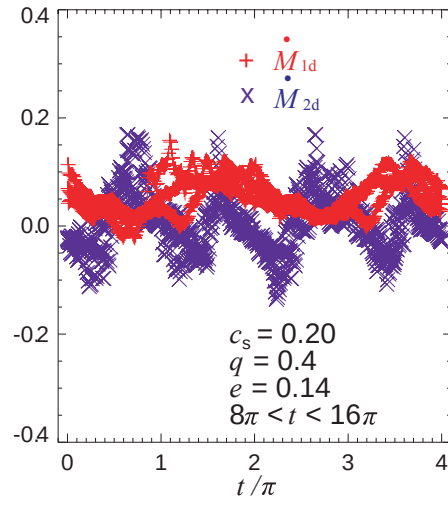


図 2: 質量降着率の位相に対する変調を表す。赤の十字が主星、青のクロスが伴星の降着率を示す。データは 4 周期分 ($8\pi \leq t \leq 16\pi$) を 2 周期分ずつずらして重ねている。

早くなることが分かった。モデル $q = 0.6$ 、 $j_{\text{inf}} = 1.9$ 、 $c_s = 0.18$ の場合、降着の開始時刻は $e = 0.3$ のモデルの方が $\Delta t \sim 7\pi$ だけ早かった。