

ガス降着による連星系の成長 — 主星と伴星の質量降着率 —

越智康浩、杉本香菜子、花輪知幸 (名大理)

E-mail: yasuhiro@a.phys.nagoya-u.ac.jp

要旨

私たちは2次元流体シミュレーションにより若い連星系への質量降着を調べた。降着するガスの比角運動量 j_{inf} に依らず、質量降着率は主星のほうが高いことが明らかになった。またガスの流入経路は2つあり、そこを流れるガスの量は j_{inf} と連星の質量比に依存する。

1 導入

標準的な考え方に従うと、星は生まれてから $\sim 10^5$ 年の間にガス降着によりその質量の大半を得る [3]。連星系の場合も周連星円盤から質量を降着することによって成長すると考えられる (例えば [4])。

このような考え方に基づき、これまでも流体力学計算が行われている (例えば [1]、[2])。Bate & Bonnell (1997) によると、主星と伴星の質量降着率は、連星間距離と連星の角速度を単位として測った比角運動量 j_{inf} に強く依存する。彼らによると、 j_{inf} が 1.6 の場合は質量降着率は伴星のほうが圧倒的に大きく、 j_{inf} が 0.8 より小さい場合だけ、主星の質量降着率が大きい。また j_{inf} が 1.7 より大きい場合、主星にも伴星にもガスはほとんど降着しない。私はこの定説に疑問を持ち、連星系での質量降着を再検討した。

2 結果

右上の図1は $j_{\text{inf}} = 1.6$, $q \equiv M_2/M_1$ の結果である。連星の軌道速度を単位にして計った音速 $c_s = 0.25$ である。黒みはガスの面密度分布を表す、実線はロッシュポテンシャルの等値面を表す。この時刻では右側に位置している主星のほうが密度の高いガス円盤を持っていて、質量降着率が高いことを示している。図1より主星と伴星の両側から渦状腕が伸びているが、ガスはの流れはこの腕に沿ってはいない。ガスは腕の手前で衝撃はにより減速され、伴星に近い Lagrange 点 L_2 を通って連星系に流入する。流入したガスの多くは、伴星には直接降着せず、伴星に沿って半周した後 L_1 点を通過して、主星周りに円盤を形成する。わざと粗い格子を使い数値粘性を上げると、 L_2 点を通過したガスが伴星に直接降着することも確かめた。従来の計算で伴星の質量降着率が高かったのは、数値粘性によるものと推定される。

降着するガスの比角運動量が $j_{\text{inf}} \geq 1.9$ の場合でも、時間が経てば主星にガスが降着する。ただし、 j_{inf} が大きいほど、初期のガスが降着しない期間 Δt が長

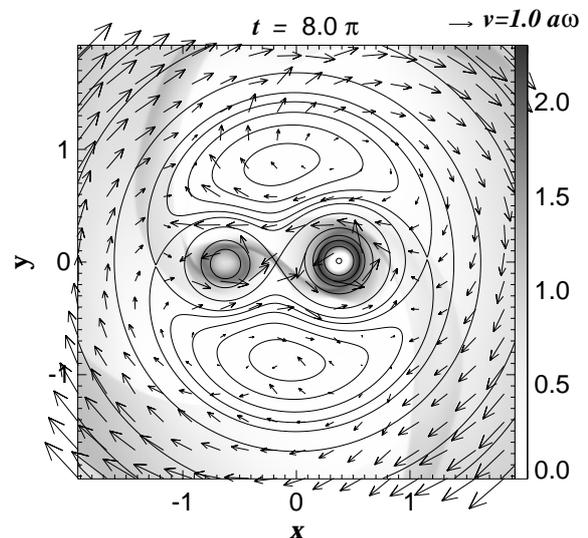


図1: ガスの面密度分布。コントアはロッシュポテンシャル。矢印は回転系から見たガスの速度。左側が伴星、右側が主星。時刻は連星が4回公転したところである。 $q = 0.6$, $j_{\text{inf}} = 1.6$, $c_s = 0.25$ 。

い。またこの期間は音速が低いほど長い。

ガスの流入経路は — L_2 、 L_3 点で連星と共回転するガスの比角運動量 — $j(L_2)$ や $j(L_3)$ に対する j_{inf} の大きさでほぼ決まる。 $j_{\text{inf}} > j(L_2) + \alpha$ (α は微量量、 $q = 0.6$ の場合 $j_{\text{inf}} \geq 1.8$) の範囲では、ガスは連星の周りに集まった後、そこから L_2 点を通して流入する。 $j(L_3) + \alpha t < j_{\text{inf}} \leq j(L_2) + \alpha$ (αt は微量量、 $q = 0.6$ の場合 $1.5 \leq j_{\text{inf}} \leq 1.7$) の範囲では、主に L_2 点から流入し、 $j_{\text{inf}} \leq j(L_3) + \alpha t$ ($q = 0.6$ の場合 $j_{\text{inf}} \leq 1.4$) の範囲では L_2 点に加え L_3 点からも流入する。

参考文献

- [1] Bate, M. R., Bonnell, I. A., 1997, Mon. Not. R. Astron. Soc., 285, 33
- [2] Günther, R., & Kley, W. 2002 A&A, 387, 550
- [3] Lada, C. J. 1999, *The Origin of Stars and Planetary Systems*, Kluwer Academic Publishers, p.143
- [4] Tohline, J. E. 2002, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, Vol. 40, p. 349-385