

研究課題名

銀河中心領域での複数ブラックホール系の進化

利用者氏名 (所属機関)

岩澤全規 (東京大学)

利用カテゴリ GRAPE-A

成果の概要を記入してください。必要に応じてページを加えても構いませんが、pdf のファイルサイズの上限は 2MB とします。

Write up your research report in this area. Total file size should be less than 2 MB in PDF format.

多くの銀河中心領域には $10^6 - 10^9 M_\odot$ の大質量ブラックホール (SMBH) が存在する。このような SMBH を持つ銀河同士の衝突合体によって、合体銀河の中心には SMBH 連星が出来ると考えられている。この連星は星と相互作用をする事によって、連星間の距離を縮めて行くがやがて相互作用できる星がなくなり (loss cone depletion) 連星の進化が非常に遅くなる。星同士の相互作用による 2 体緩和の効果で星は供給されるが、このタイムスケールを見積もるとハッブルタイムより長くなってしまい SMBH 連星は合体出来ない (final parsec problem)。N 体シミュレーションの結果からも、連星の進化が減速する事が確認された。

過去に行われたほとんどの N 体シミュレーションでは、SMBH を等質量としていたが、標準的な構造形成シナリオでは、銀河の合体はマイナーマージャーが支配的であり、SMBH 連星は質量比を持つと考えられる。近年、質量が異なる SMBH 連星の N 体シミュレーションが行われ、そのような連星の離心率は非常に高くなり、連星の重力波放出による合体時間が短くなる事が分かってきた (図 1)。しかし、何故、離心率の成長が起こるのかは分かっていなかった。本研究では、N 体シミュレーションを用いて連星回りの星の軌道を調べた。

結果、以下のような 2 段階のメカニズムが働いていることがわかった。まず、連星の質量比が大きい場合、全体が作るポテンシャルは重いほうが作るケプラーポテンシャルに対して軽いほうが作る摂動となる。この時、連星の軌道が完全な円軌道でなければ、摂動ポテンシャルは 3 軸不等となるため、周りの星の軌道角運動量は保存しなくなり、連星系に対して順行軌道・逆行軌道の間を遷移するものが現れる (図 2)。これらの一部は特に軽いほうの SMBH と相互作用して系から脱出するが、相互作用の散乱断面積が順行軌道のほうが大きい (図 3) ために平均すると脱出する星は連星系から角運動量を奪うことになる。

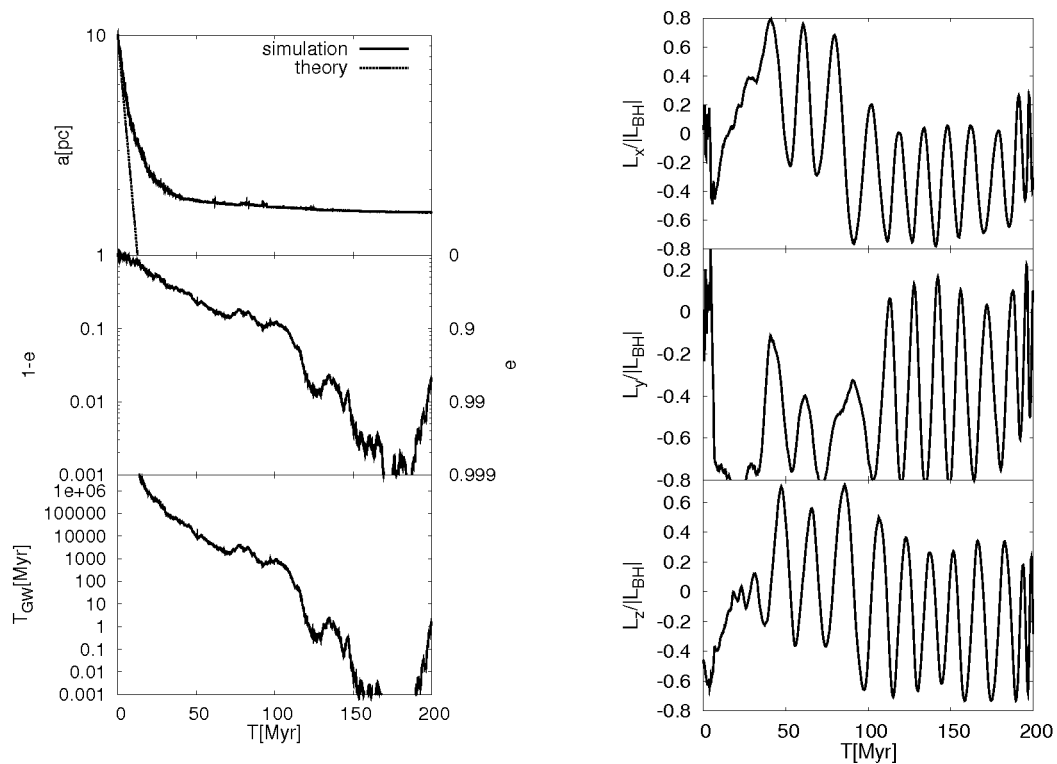


図 1: 連星の軌道長半径 (上)、離心率 (中)、重力波による合体時間 (下) の進化。上図の破線は力学的摩擦から予想される理論曲線。

図 2: 連星回りの星の角運動量成分の時間進化。SMBH 連星の軌道面を x - y 平面としている。

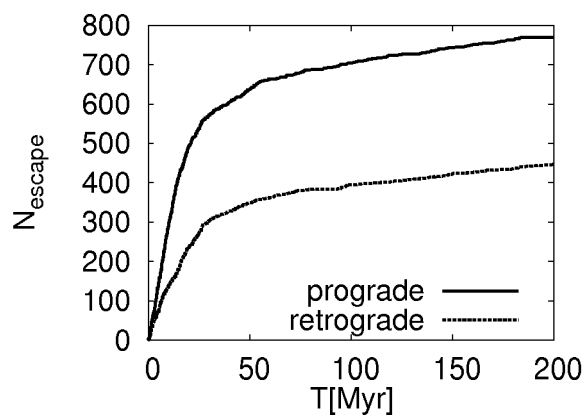


図 3: 脱出した星の累積個数。実線が順行軌道、破線が逆行軌道を表す。