

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

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

- 国際会議

1. Hozumi, S., Hernquist, L., “Destructible Bars by Massive Central Black Holes”, in proceedings of “Panoramic Views of Galaxy Formation and Evolution”, ed. T. Kodama, ASP Conf. Ser., 2008, in press

- 学会発表

1. 穂積俊輔, Lars Hernquist, 「銀河中心の大質量ブラックホールによって壊されやすいバーについて」, 日本天文学会秋季年会 (岐阜大学), R07c, 2007 年 9 月 26-28 日

- 研究会発表

1. 穂積俊輔, 「バー不安定における円盤構造の重要性」, 「高精度アストロメトリ観測の時代を迎えた 21 世紀の天文学」研究会 (国立天文台), 2007 年 9 月 19-20 日
2. 穂積俊輔, 「極超高精度シミュレーションで探る円盤銀河の力学進化について」, 国立天文台シミュレーションプロジェクト・ユーザーズミーティング (国立天文台), 2007 年 11 月 29 日
3. 穂積俊輔, 似鳥啓吾, 「並列化された Self-Consistent Field コードによる円盤-バルジ-ハロー系の高精度シミュレーション」, 第 20 回理論天文学宇宙物理学懇談会シンポジウム (京都大学), 2007 年 12 月 25-27 日
4. 穂積俊輔, 「バー不安定で形成されるバーの特性について」, 平成 19 年度科学研究費補助金 (基盤研究 (B)) 「超高分可能次世代シミュレータで探る天の川銀河の成り立ち」研究会 (石垣市 IT 事業支援センター), 2008 年 3 月 14 日

成果の概要

まず、系の密度とポテンシャルを直交基底関数系で展開してポアソン方程式を解く SCF 法を適用して、厚さゼロの 2 次元円盤銀河モデルと、3 次元円盤、バルジ、ハローの各成分を完全自己重力系として扱う円盤銀河モデルの力学進化を追跡するシミュレーションコードをそれぞれ並列化し、最適化することができた。このコードを 2 次元円盤モデルに使用して、SCF 法で期待される CPU 時間が粒子数に比例すること、および、CPU コア数に反比例するという完全な並列性が実現されていることを確認した。さらに、100 万粒子程度で構成した円盤、バルジ、ハローからなる 3 次元円盤銀河モデルを宇宙年齢程度まで計算して得た CPU 時間に基づいて、SCF 法の CPU 時間についての特性を当てはめると、10 億体規模の 3 次元円盤銀河モデルの力学進化の計算に要する CPU 時間は、1,024 コアで 3 日弱、CfCA 次期システム XT4 の全ノードを使った約 3,000 コアの計算では 1 日程度であ

ることがわかった。今後はこの 3 次元 SCF コードを用いて、私たちの銀河系のような円盤銀河の超高精度シミュレーションを行い、詳細な力学進化を調べていく予定である。

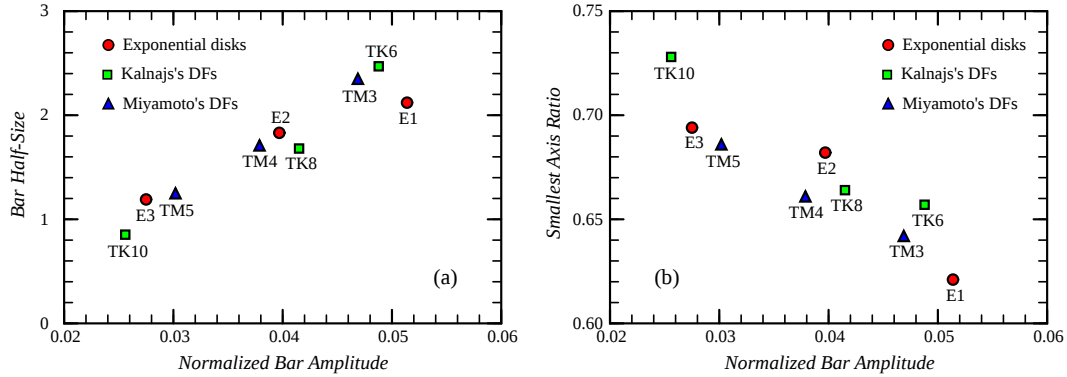


図 1: ブラックホールを付加する直前におけるバーの振幅に対するバーの特性。(a) はバー振幅とバーサイズの半分との関係、(b) はバー振幅とバー軸比の最小値との関係を各モデルに対してプロットしたもの。データ点に付加されたラベルは各円盤モデル系列におけるモデル名を示している。E1, E2, E3 は exponential disk のモデル、TK6, TK8, TK10 は Toomre disk で Kalnajs による分布関数を使ったモデル、TM3, TM4, TM5 は Toomre disk で Miyamoto による分布関数を使ったモデルを示す。

次に、並列化し最適化した SCF 法による 2 次元円盤用シミュレーションコードを使って、観測的に銀河中心に存在が示唆される大質量ブラックホール (SMBH) による棒状銀河の棒状構造 (バー) の破壊に関する数値計算を行った。円盤モデルとして exponential disk と Toomre disk という 2 種類の質量分布モデルを用い、exponential disk では近似的な分布関数、Toomre disk では 2 種類の解析的に求められた平衡分布関数を使って速度構造を実現した。その速度構造を系統的に変化させてさまざまな形状のバーをバー不安定により形成させた後、円盤質量の 1% の SMBH を円盤中心に断熱的に付加してバー構造の変化を調べた。その結果、一定質量の SMBH に対して破壊を受けやすいバーは、その振幅の小さいバーであることがわかった。その理由として、図 1 に示すように、初期円盤の質量分布に関係なく形成されたバーの振幅が小さいバーはサイズが小さく形状が丸いので、一定質量の SMBH に対して、バー振幅の小さいバーは SMBH の影響範囲内に含まれる領域が大きく力学的影響を受けやすいこと、また、バー振幅の小さいバーはもともと丸いので、同じ時間間隔だけ SMBH の影響を受ければバー振幅の小さいバーの方がさらに丸くなることが考えられる。さらに、そのような破壊を受けやすいバーは、半径方向の速度分散の小さい、いわゆる冷たい円盤で形成されていることがわかった。結局、冷たい円盤で形成されたバーは振幅が小さく、短く丸いバーになるために、一定質量の SMBH で壊されやすくなるといえる。