

銀河中心 BH の物質降着による角運動量変化

加藤 広樹 (大阪大学大学院 理学研究科)

Abstract

銀河中心に存在するブラックホール (BH) の回転軸を調べると、基となっている銀河円盤の回転軸と一致しない事があるという問題が知られている。本研究では BH へと降着するガスの角運動量が、BH の回転軸へと寄与するのではないかという着想の下、Inner Bar と呼ばれる構造がある事を仮定した数値計算でこの可能性を検証した。結果として軸方向による降着した物質の運動量の違いが見られた。その大きさ等は検証の余地はあるが、降着物による回転軸変化の可能性を示唆する事ができた。

1 Introduction

銀河中心に存在する巨大ブラックホール (BH) を観測すると、その回転軸と銀河円盤の回転軸が一致せずずれていることがある。通常銀河の形成を考えると、現在観測されている銀河より大きな構造を始めに考えて、次第にそれが収縮していき現在のよう形状になると考える。その為 BH と銀河円盤は同じ初期条件の回転軸を持つはずであり、それがずれるという事は何かの作用が働き軸が変動する事が考えられる。その作用について考えると、銀河円盤と比較して小さい構造をしている BH の軸がずれると考えるのが自然であり、さらにその候補としては BH へと降着するガスの角運動量の寄与が考えられる。本研究ではこの可能性について検証していく事を目的としている。

2 Methods

BH へ降着していくガスの角運動量の寄与により回転軸がずれるとするならば、BH への降着には非軸対称な降着を生じさせる為の構造が必要になる。本研究ではこの為の構造として 100pc スケール程の大きさを持つ Inner Bar と呼ばれる構造を考える。Inner Bar とは、通常の棒銀河に存在する kpc スケールの棒構造のさらに内側に存在する事が確認されている構造であり、棒銀河の内 1/3 程の数のものでその存在は確認されている。Inner Bar の有無によって BH へと降着するガスの角運動量がどの程度変動するか

を調べて、回転軸変化への寄与を調べた。その為の手段としては数値シミュレーションを行った。具体的には中心 BH や周囲に存在する円盤、Inner Bar といった、考えたい計算領域への寄与が大きい構造の外力を人工的に置き、その影響下で一様に配置したテスト粒子がどのように時間変動していくかという事を調べた。テスト粒子の数が十分にあるとすると、これらの粒子が BH へと降着する時に持っている角運動量の合計値を調べる事で降着による BH の持つ角運動量の変化が分かるはずである。

3 Results

下の図 1 は BH へと降着した粒子数の時間発展の様子である。左図は Inner Bar が存在しない時で、右図はある時の時間発展である。この図より、まず棒構造の有無によって粒子の降着率が大きく変わる事が分かる。

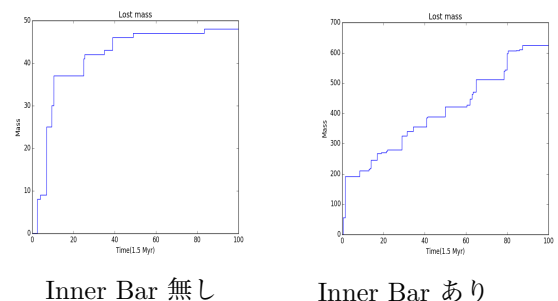


図 1: BH へと降着した粒子数

次に棒が存在する時の降着した粒子の各軸方向の

運動量成分の時間発展を見る。図 2～4 は x 、 y 、 z 軸方向の降着粒子の運動量成分の合計値の時間発展の様子である。各軸方向の取り方としては、棒の長軸方向として x をとり、 y と z はそれに垂直な方向である。そのうち特に棒の回転軸方向と一致する方向を z 軸としてとった。

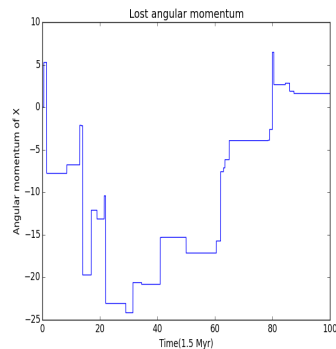


図 2: 降着粒子の運動量 x 軸方向成分の時間発展

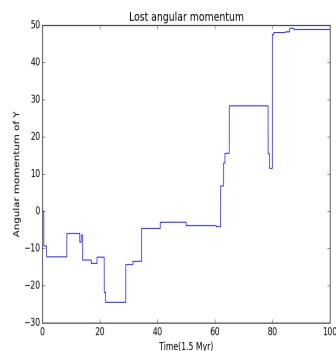


図 3: 降着粒子の運動量 y 軸方向成分の時間発展

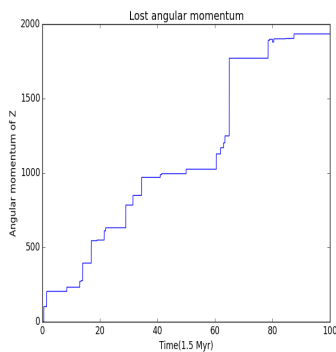


図 4: 降着粒子の運動量 z 軸方向成分の時間発展

この時まず z 軸方向（基の回転軸方向）が一貫して増加し続けているのが見て取れる。一方で y 、 z 軸方向の変化を見ると、 x 軸方向の修正がおおよそ 0 となっているのに対して、 y 軸方向の運動量成分は z 軸方向程ではないが増加している様子が見て取れる。

4 Discussion & Conclusion

結果より棒構造があるときは粒子の降着が激しくなり、また降着して BH が得られる運動量成分は軸方向によって違いがある事がわかった。今回使った条件下では、基の回転軸方向への増加量が他と比べて大きかったのも、おそらく BH の回転軸を大きく変化させる事は難しいと思われるが、軸により依存性が異なる事は確かめられたので、計算手法や条件を変えてどのようなようになっていくかを今後は調べていきたいと思う。

Reference

- Shlosman, I., Frank, J., & Begelman, M. 1989, *Nature*, 338, 45
- Erwin, P. 2004, *A&A*, 415, 941