

Near-Eddington AGN におけるラインフォース駆動型円盤風：円盤風による質量降着の抑制

野村真理子 (呉工業高等専門学校)

利用カテゴリ 利用カテゴリ XC-B

近年の観測的研究の発展により、活動銀河核 (AGN) における超高速アウトフローは超巨大ブラックホールおよびその母銀河の進化過程に甚大な影響を与えてきたと期待されているが、その影響の定量的な解明には至っていない。本研究では、超高速アウトフローの起源として有力なラインフォース駆動型円盤風 (金属元素が紫外光を束縛-束縛遷移吸収する際に受ける輻射力によって加速される円盤風) に着目している。これまでのラインフォース駆動型円盤風の輻射流体シミュレーションでは、円盤風による質量放出があるにも関わらず、降着円盤の質量降着率は場所に依らず一定であることを仮定しており、特に明るい (エディントン比 $\gtrsim 0.5$) AGN の場合には質量保存則を大きく破ってしまうという問題があった。本研究では円盤風の噴出に伴う質量降着率の減少を考慮したモデルを構築し、特に near-Eddington AGN について質量放出率、質量降着率をはじめとした円盤風の性質を定量的に調べた。

計算コードの概要

本研究では、Nomura & Ohsuga (2017) で用いたコードを改良し、質量保存則を満たすラインフォース駆動型円盤風の輻射流体シミュレーションコードを構築した。このような計算には、降着流と円盤風のガスダイナミクス及び金属元素の電離状態や振動数に依存する輻射過程を同時に計算する必要があるが、これは非常に高度かつ計算コストの高い計算である。そこで、本計算コードでは、降着流のダイナミクスは解かず、その表面から噴出する円盤風のみをシミュレーションするという方法を採用した。

円盤風の噴出を伴う降着円盤では、その噴出場所より内側で円盤の質量降着率は減少すると考えられる。このため、円盤風のおおよその噴出半径を境に円盤を2つの領域に分け、噴出半径より内側における質量降着率は、外側における質量供給率より小さな値であると仮定する。そして、質量供給率及び降着率に基づき、円盤の各半径における密度・温度を標準円盤モデルから計算し、その条件の下で噴出する円盤風を計算する。しかし、円盤風の噴出半径、質量放出率および質量降着率を初めから一意に決定することはできない。そこで、初めに任意の噴出半径、質量降着率を仮定し計算を開始し、(質量供給率)=(質量放出率)+(質量降着率) が誤差 10% 以内で成立するまで計算を反復するという方法を用いた。

研究成果

質量 $10^8 M_\odot$ のブラックホールに対して、質量供給率が Eddington 限界の 10% の場合、質量放出率は供給率の $\sim 10\%$ であり、超巨大ブラックホールへの質量降着に対する影響は無視できる程度に留まっているが、質量供給率が大きくなるにつれ円盤風の質量放出率は増大し、質量供給率が Eddington 限界の 90% の場合には、供給された質量の $\sim 60\%$ が円盤風として放出されるという結果が明らかになった (図 1)。さらに、質量降着率の減少によって、降着円盤の連続光スペクトルがどのように変化するかを示した (図 2)。半径に依らず質量降着率が一定の標準円盤 (破線) と比較すると、円盤風による質量降着率の

減少がある場合には、紫外–X 線域の放射が抑えられていることがわかる（実線）。以上の結果から、本研究は質量供給率が Eddington 限界に近い場合には、ラインフォース駆動型円盤風によって超巨大ブラックホールへの質量降着率が大きく減少することを解明した。

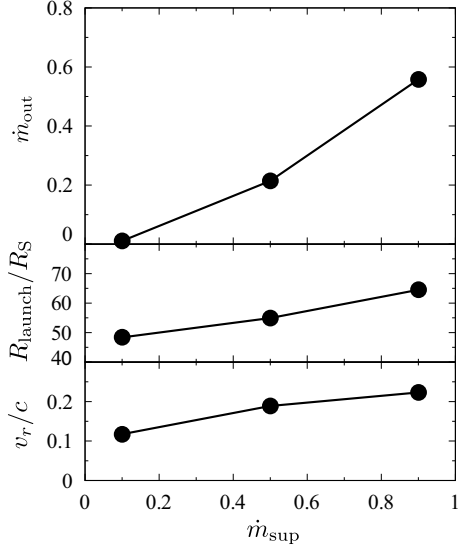


図 1: 質量放出率, 噴出半径, 平均速度（動径方向）の質量供給率依存性. 質量放出率および供給率は Eddington 限界, $\dot{M}_{\text{Edd}} = L_{\text{Edd}}/\eta c^2$ で規格化した値を用いている, ここで L_{Edd} は Eddington 光度, $\eta = 0.06$ はエネルギー変換効率, c は光速を示す.

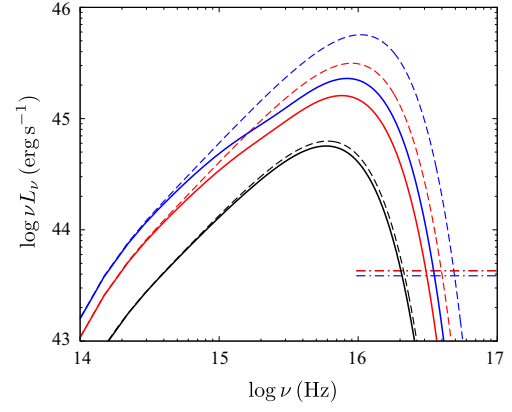


図 2: 降着円盤の輻射スペクトル. 黒, 赤, 青線はそれぞれ質量供給率がエディントン限界の 10, 50, 90% の場合の結果を示す.