

アウトフローによる超巨大ブラックホール成長の自己制御機構

および分子雲との相互作用による孤立ブラックホールの検出可能性

野村真理子(東北大学)

利用カテゴリ XC-B

超巨大ブラックホール(supermassive black hole; SMBH)の形成及び宇宙論的進化の解明を大目標とし、活動銀河核(active galactic nuclei; AGN)で発生する超高速(光速の約10-30%の速度を有する)アウトフローがSMBHの成長・進化に及ぼす影響、及び未検出の“ミッシングブラックホール”の検出への足がかりとして、分子雲へと突入する孤立ブラックホールが周囲に形成する速度・密度構造の研究を行った。

■ 自己無矛盾なラインフォース駆動型円盤風の輻射流体力学シミュレーション

これまで、降着率がエディントン限界($L_{\text{Edd}}/\eta c^2$, $\eta=0.06$ はエネルギー変換効率)のおおよそ半分以下のAGNに対し、金属元素の束縛-束縛遷移吸収による輻射力によって加速される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を行い、一部のAGNにおいて観測されている超光速アウトフローの観測的特徴がこの円盤風によってよく再現することを解明した。しかしながら、SMBHの成長・進化過程においてアウトフローが担う役割を明らかにするためには、より降着率の大きな領域に、モデルの適用範囲を拡張していく必要がある。そこで、2017年度中は、アウトフローによる質量放出によってSMBHへの降着率が減少する効果を自己矛盾のないように考慮し、Nomura et al. (2017)で用いた計算コードを改良し、シミュレーションを行った。

その結果、円盤風による質量放出率は降着円盤への質量供給率がエディントン限界に近づくにつれて上昇することを解明した。供給率がエディントン限界の90%の場合、SMBHへと降着する質量は、供給された質量の1/3に減少する(図1)。これは、ラインフォース駆動型円盤風が、質量降着を抑制していることを示す結果である。加えて、円盤風は大きな運動エネルギーを放出していることから、母銀河へのフィードバックにも大きく寄与していると考えられる (Nomura et al. in prep)。

■ 分子雲へ突入する孤立ブラックホールの磁気流体シミュレーション

銀河系に存在する恒星質量ブラックホールの数は、おおよそ 10^8 - 10^9 個であると見積もられているが、現在観測されているブラックホールの数は60個ほどに留まっている。検出されているブラックホールは、近接連星系であり、伴星からの大きな質量降着によって明るく輝いている。しかしながら、連星を成さない孤立ブラックホールに関してはその探査方法は確立されておらず、現在見検出のブラックホールには、孤立ブラックホールが多く含まれている可能性がある。

私はCANS+コード(Matsumoto et al. 2016)を用いて、等温を仮定した2次元磁気流体シミュレーションによって、分子輝線観測で発見された超高速度分子雲が、分子ガス中を高速運動する孤立ブ

ラックホールによって再現できることを解明した(図2)。これは孤立ブラックホールの検出可能性を正解で初めて示した研究であり, 2018年4月にAstrophysical Journalに掲載された(Nomura et al. 2018)。

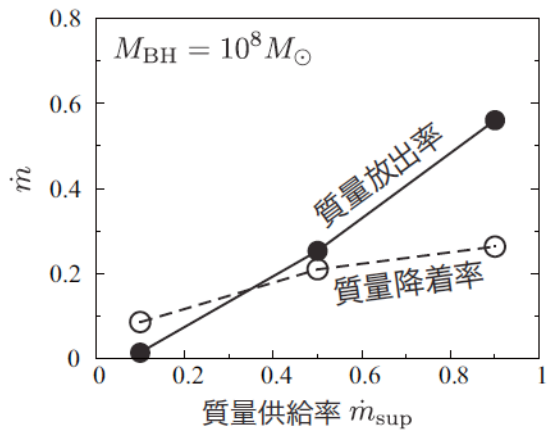


図 1 質量放出率および降着率の質量供給率依存性. 値はエディントン限界($L_{\text{Edd}}/\eta c^2$)で規格化している.

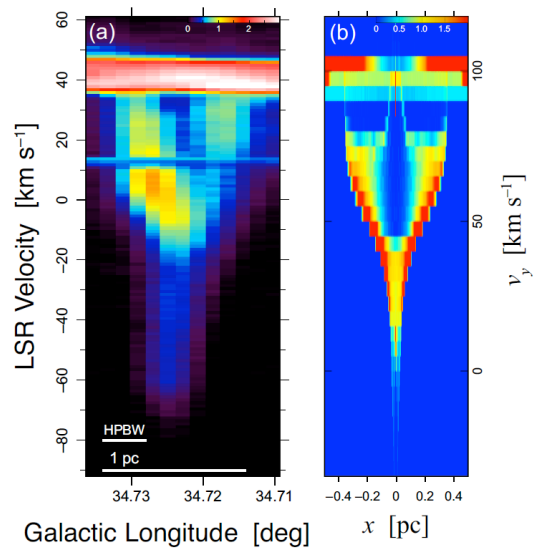


図 2 (a)観測(超新星残骸 W44 超高速分子雲, ASTE による観測, Yamada et al. 2017) 及び(b)理論モデルにもとづく超高速成分の位置速度図。