

W139a ブラックホール降着円盤の系からのジェット形成と宇宙線加速

水田晃、戒崎俊一（理化学研究所）、田島俊樹（UC. Irvine）、長瀧重博（理化学研究所）

ブラックホール降着円盤のシステムとそこから噴出する相対論的ジェットはマイクロクエーサーや活動銀河核で見られる。降着円盤内部では磁気回転不安定性によって磁場が増幅され、ある程度増幅された後、円盤内の磁場は解放されその一部はアウトフローとなり、円盤内部では再び磁場増幅が始まる。この繰り返しの活動により、ブラックホールに落ち込むガスの質量降着率やアウトフロー中の電磁光度などには磁気回転不安定性 (MRI) の成長時間スケールと同程度の急激な増幅、それに続くゆるやかな減衰の繰り返しが見られる。特にジェット中はほぼ光速のアルフヴェン波が伝播し、急激に振幅が増加する波を航跡場加速機構に適応することによって最高エネルギー宇宙線の加速問題に応用できるというモデルが提唱されている。(Ebisuzaki & Tajima (2014))。

このモデルではアルフヴェン波の強度、典型的な繰り返し時間スケールを標準降着円盤モデルなどをいくつかの仮定から見積もっており、より現実的な系でも成り立っているかを検証するために、3次元 GRMHD 数値実験を行った。降着率や、ジェット中に見られる電磁波成分の典型的な時間変動は MRI の成長時間スケールによって決まっており、繰り返しの時間スケールは円盤内縁付近のケプラー周期の数十倍程度となった。繰り返しの時間スケールは高解像度のローカルボックスの解析で得られた時間スケールとも同程度である。また、ジェット中はアルフヴェン速度がほぼ光速の相対論的な波となる。 10^8 太陽質量の中心ブラックホール、1%のエディントン降着率とスケールして、アルフヴェン波の強度を示す無次元パラメータを見積もると Ebisuzaki ら (2014) の見積りと同様に $a_0 \sim 10^{12} \gg 1$ となり、航跡場加速によって最高エネルギー宇宙線加速に十分なアルフヴェン波がジェット中に生じていることが分かった。