

活動銀河核「磁氣的柱」中の電流層崩壊による急速な磁場消失の数値解析

○小出 眞路¹ 江原 颯香¹ (1.熊本大学)

一般相対論的電磁流体力学 (GRMHD) および高分解能の電波観測によりいくつかの活動銀河核 (Sgr A* や M87 の中心核 M87* など) に対して Magnetically Arrested Disk (通称、MAD) と呼ばれる非常に強い磁場により降着が阻害されるモデルが示唆されている (EHTC 2019, 2022)。その強い磁場領域は活動銀河核のブラックホール (BH) の地平面を貫く磁束管となっている。ここで、この強い磁場の磁束管を「磁氣的柱」 (magnetic pillar) と呼ぶことにする。相対論的ジェットが噴出している M87* において磁氣的柱を考えた場合、磁氣的柱内の BH 近くではプラズマは落下し、BH から遠いほうでは相対論的ジェットとしてプラズマは放出される。磁気レイノルズ数が非常に大きいことから、磁氣的柱の側面からプラズマが供給されることは考えにくいことから、磁氣的柱の密度が急激に小さくなるはずである。GRMHD 数値計算ではフロー密度という人為的なプラズマの供給がありプラズマを保持している。現在のところフレアなど降着円盤からの強い放射と強い磁場の作用により対生成された対プラズマ (電子陽電子プラズマ) により構成されていると一般には考えられている (e.g. Kisaka, Levinson, Toma 2020)。しかし、対生成でジェットのプラズマを供給するほどの強い放射が常に降着円盤からあるとはにはわかには信じ難い。降着円盤付近でのフレアも大きなものはそれほど頻繁には起ると思えない。我々は対生成によらないプラズマの供給機構を模索している。

磁氣的柱内の強い磁場は降着円盤内の乱流磁場を起源としているので磁場の方向に特別な方向はないので反平行磁場を多々含むと考えられる。磁氣的柱内の密度が非常に小さくなくても電流層が消えない限り反平行磁場が維持される。電流層は不安定であるが、電流層を収縮・縮小させない限り反平行磁場を消失させることはできない。ここで、真空中の電流層が引き裂かれる (tear) 場合を考えると、磁気リコネクションによるよりもずっと速く反平行磁場は急速に消失する。そのことを示すために真空中の電流層の崩壊にともなう磁場の消失の数値計算を行なっている。今のところ真空を取り扱うのは難しいので、真空を近似的に大きな電気抵抗をもつ MHD 流体として扱う。Petscheck 型磁気リコネクションの抵抗性 MHD 数値計算も行い、それとの比較により真空中の電流層崩壊による磁気消滅の速さを検証した。詳細は講演で述べる。