

降着円盤から噴出する MHD ジェットの 3 次元シミュレーション

本研究は、宇宙空間で起こる最も激しいエネルギー解放現象の 1 つである宇宙ジェットの謎を解明するためのものである。活動銀河核（AGN）や X 線連星、原始星などの中心重力源に回りのガスが落ち込む際、それらの回りに降着円盤が形成される。宇宙ジェットはその降着円盤から噴出すると考えられている。ジェットのエネルギー源は、降着円盤のガスが重力ポテンシャルのより深い所へと落ち込む際に解放する重力エネルギーである。その重力エネルギーをジェットの運動エネルギーへと転換するのに重要な役割を果たしていると考えられるのが、磁場である。

本研究では、プラズマと磁場との相互作用を MHD シミュレーションを用いて解いた。数値解法は CIP-MOC-CT 法を用いた。これまでの研究では、円盤の回転軸回りの回転対称を仮定したものがほとんどであった。その場合、非軸対称モードの不安定性に対してジェットが安定かどうかは明らかではない。また軸対称を仮定しない、ジェットの伝播の 3 次元計算も行われているが、降着円盤を境界条件として扱うため、ジェットと円盤との相互作用が解かれていない。本研究では降着円盤に由来する非軸対称性が、ジェットの生成や安定性にどのような影響を与えるのかを調べることを目的とした。具体的には円盤の回転速度に非軸対称な擾乱を加えて、ジェットの構造や性質を調べた。

結果として円盤内部では、差動回転する円盤と磁場との相互作用によって、磁気回転不安定性が成長し、顕著な非軸対称構造が生成された。そしてその構造はジェットへ伝播した。しかしジェット内部の非軸対称構造は時間的に成長する事はなく、ジェットの伝播を妨げるまでには至らなかった。またジェットの最大速度の初期磁場強度依存性など、巨視的なジェットの特徴は、軸対称を仮定した場合の計算のそれらとよく一致した。

以上のように、本研究では降着円盤と磁場との相互作用を 3 次元で解き、MHD ジェットは円盤が少なくとも数回転する時間スケールでは安定に存在する事が出来るという事を、初めて明らかにした。

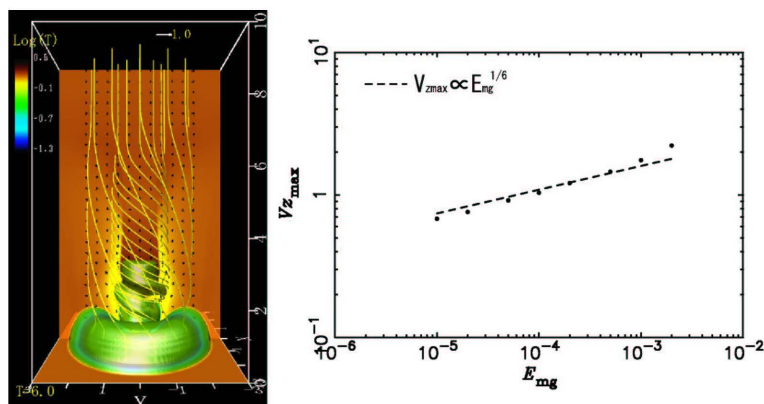


図: 左図のカラーは温度 (Log スケール)、チューブは磁力線を表している。円盤内部で成長した非軸対称構造を起源とするヘリカル構造がジェットに見られている。右図は、初期磁場強度 (横軸) とジェットの最大速度 (縦軸) の関係。

(木暮 宏光 記)