

P18a 磁場散逸の効果による磁気回転不安定の飽和

佐野 孝好、犬塚 修一郎、観山 正見 (国立天文台)

降着円盤内の角運動量輸送機構として、近年非常に注目視されているのが磁気応力である。Kepler 回転している降着円盤は、磁場が存在する場合には磁気回転不安定に成りうる。その成長率は回転角速度程度と非常に大きく、不安定性の成長によって生じる複雑な磁場構造が磁気応力として働くのである。Balbus & Hawley 等の解析によって、理想 MHD の仮定が成り立つような円盤では、この不安定は角運動量輸送に有効であることが示されている。しかし、原始惑星系円盤は低温度、高密度のため、電離度が極めて低い。そのため磁場の散逸過程が無視できない。これは、一般に不安定を抑える効果として働く。そこで我々は、磁場の散逸過程を考慮した磁気回転不安定の解析を行い、原始惑星系円盤において磁気応力による角運動量輸送がどの程度有効であるかを調べている。

今回は、実際の降着円盤における定常的な角運動輸送量を知るために、非線形シミュレーションを行った。計算は軸対称を仮定して、円盤の動径方向と鉛直方向の2次元で行った。磁気回転不安定の非線形解析においては、不安定の非線形段階での飽和機構とそのレベルを知ることが、現在課題となっている。過去の理想 MHD を仮定した計算の場合、2次元計算では不安定の飽和は見られず、非線形段階においても磁場強度は指数関数的に増大する結果になっていた。また、3次元シミュレーションでは不安定の飽和は見られたが、その機構については理解できていなかった。しかし、今回の計算によって、磁場散逸の効果によって不安定が飽和することが初めて明らかになった。これによって、磁場の散逸過程が不安定の飽和レベルを決める一つの要因であることを示すことができた。磁場散逸の程度は磁気 Reynolds 数 ($R_m \equiv v_A^2/\eta\Omega$) と呼ばれる無次元量で特徴付けられるが、この値が1以下の場合に不安定が飽和することが示された。また、磁気応力による角運動量輸送量は、 α パラメータで $10^{-2} - 10^{-3}$ となった。そして、この値は初期の磁場のエネルギーに反比例することがわかった。これらは、線形解析の結果を用いて理解することができる。