

磁気回転不安定の飽和機構

Angular Momentum Transport by Local MHD Turbulence in Accretion Disks:

Gas Pressure Dependence of the Saturation Amplitude of the Magnetorotational Instability

佐野 孝好, James M. Stone (Cambridge),

Neal J. Turner (UCSB), and 犬塚 修一郎 (Kyoto)

磁気回転不安定によって生じる磁気乱流が、降着円盤の角運動量輸送機構として非常に有力視されている。一方、現在の降着円盤の理論モデルのほとんどは α モデルを基に作られている。そこで、磁気回転不安定による角運動量輸送が α のようにガス圧力に比例する形になっているのかどうかを確かめるとは極めて重要であるが、まだそのような研究はなされていない。我々は、角運動量輸送量がガス圧力や磁場強度等の円盤内の物理量にどのように依存しているのかを、局所的シミュレーションを用いて詳しく解析している。本講演では、特にガス圧力の依存性についての結果を報告する。結果の要旨は以下の通りである。

- ネットな磁場が存在しない場合、飽和状態での磁気応力はガス圧力の $1/4$ 乗に比例する。この関係は、初期の磁場強度や状態方程式には依存しない。
- 磁気回転不安定の特徴的な波長が少なくとも 6 メッシュ以上で分解されていないと、低解像度のために乱流が減衰してしまう。
- ネットな鉛直磁場が存在する場合にも、同様の (磁気応力)-(ガス圧力) 関係が見られるが、依存性はやや弱くなっている。
- ネットな磁場がある場合、平均的な磁場強度が強い程、磁気応力の飽和レベルは高くなる。ただし、強すぎると磁気回転不安定が成長しなくなってしまう。
- 飽和状態ではいくつか特徴的な無次元量が存在し、それらは磁場の形状・強度やガス圧力等には一切依存していない。
- (磁気応力)-(ガス圧力) 関係は、磁気拡散を考慮したシミュレーションでも同様に見られる。
- 飽和状態では磁気回転不安定による磁場の増幅と、リコネクションによる磁場の散逸がほぼ釣り合っていると考えられる。ガス圧力が高いと、薄いカレントシートができにくくなる等の理由で散逸の効率が低下し、その分磁場の飽和値が高くなっていると解釈できる。
- α パラメータのような最終的な (磁気応力)-(ガス圧力) 関係を導くためには、計算領域の大きさの効果や解像度効果等々を含めて総合的に理解する必要がある。こちらは現在まだ計算・解析中である。