

研究課題名：銀河活動中心核トーラスの磁気流体数値実験

工藤 祐己 (鹿児島大学)

利用カテゴリ XC-B

成果の概要を記入してください。必要に応じてページを加えても構いませんが、pdf のファイルサイズの上限は2MB とします。

Write up your research report in this area. Total file size should be less than 2 MB in PDF format.

活動銀河中心核における1-100pcスケールの遮蔽トーラスの存在は、巨大ブラックホール(SMBH)周りにある降着円盤($\sim 10^4$ pc)へのガス供給源や狭輝線領域(NLR)の形成に寄与する可能性があると考えられる。今年度は遮蔽トーラスを貫く磁場によって駆動される磁気回転不安定性(MRI)がダイナミクスに及ぼす影響を調べるため、CANS+に冷却・加熱項を加えたSMBHのニュートンポテンシャル重力中における大局的3次元磁気流体シミュレーションを実施して方位角方向の解像度(32, 128, 512メッシュ)による依存性を調べた。初期に方位角磁場に貫かれた高温のトーラス解と球対称等温コロナをおき、磁気回転不安定性による磁気乱流が飽和したのち、冷却・加熱項を加えて準定常状態に落ち着くまで計算を行った。冷却・加熱項の数値的取り扱いには Wada et al. (2012) による冷却関数とX線による加熱を陰的に解いた。

冷却を考慮していない場合、磁気乱流の飽和状態における方位角解像度依存性の結果を図1に示す。鉛直・動径方向の解像度が等しいのに関わらず、方位角のメッシュ数を増やすとより拡がったガス分布とより強い磁場強度を持つ揺らぎが生成される。また冷却を考慮した場合、熱的な状態遷移によって強い磁場に貫かれた冷たい(10-1000 K)円盤とそれを囲む暖かい(10⁴ K)円盤が形成された。図2はMRI最大成長波長の分解能に対する解像度依存性を調べた結果を示した。方位角方向128メッシュでは冷却の有無に関わらず成長波長を分解できていないのに対して、512メッシュでは分解できる領域が増える。これらの結果は Hawley et al. (2013) がMRI最大成長波長を半経験的に20点で分解する必要があることからこの値を基準値とした。冷たい円盤のMRIを追うためには、降着円盤のような高温ガスで知られている特徴の回転周期より、長時間で円盤回転方向に高解像度の計算が必要であることが分かった。

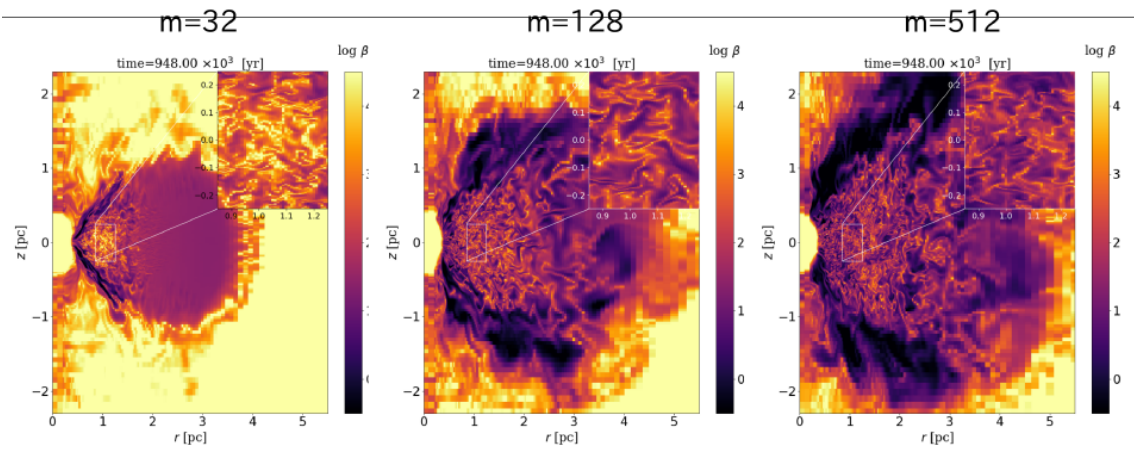


図1. r-z面におけるMRIによる磁気乱流が飽和している時の方位角方向解像度依存性。冷却は考慮していない。色はガス圧と磁気圧の比を対数スケールで示した。左から32, 128, 512 メッシュの結果で全て同じ時刻である。

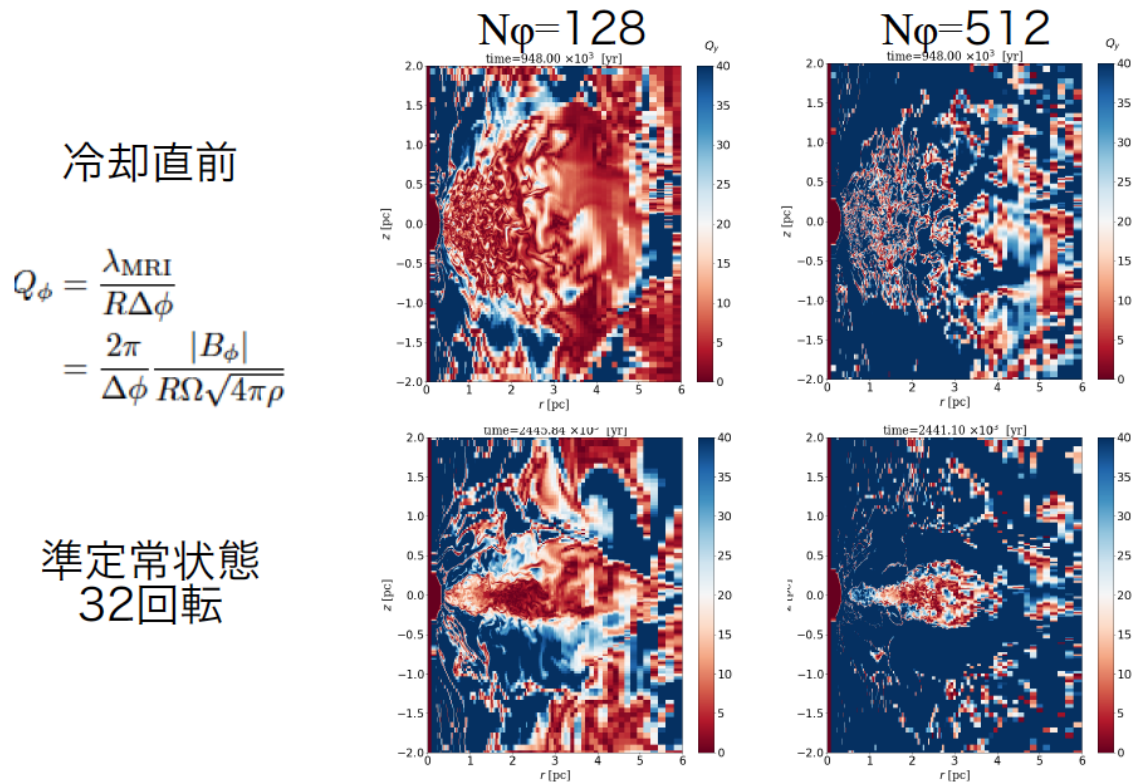


図2. MRI最大成長波長の分解能の方位角方向解像度依存性。赤は最大成長波長を20メッシュ以下で分解し、青は20点以上で分解していることを示している。左は方位角方向解像度128メッシュ、右が512メッシュの計算結果で、上段が冷却を考慮する直前の時刻、下段が冷却を加えて準定常状態に落ち着いた時刻を表す。