

銀河系中心領域における磁気流体計算コードの開発

柿内健佑 (名古屋大学/東京大学)

利用カテゴリ XC-B

銀河内部における星間ガスと磁場の相互作用を理解することは、星間ガスの複雑な動力学の解明し、銀河や星の形成・進化過程を辿る上で非常に重要である。とりわけ、銀河全体の磁場構造と個々の分子雲内磁場との関係性を結びつける中間的な構造として、銀河内部でも特に広域にガスが密集する銀河系内部 1kpc 以内の中心領域における磁気活動を理解することは非常に重要な意義がある。本研究では、大局的な 3次元磁気流体数値シミュレーションを用いて、銀河系中心領域における磁気活動が星間ガスの速度場や密度・熱の時間進化にどのような影響を与えるのかを明らかにすることを目的とする。

ガス温度の時間進化に関する数値計算コードの開発

先行研究となる Suzuki et al. (2015) は、銀河系中心部の数 100 パーセク以内の領域に密集した星間ガスを対象とした大規模な磁気流体数値実験を行い、磁場がその力学構造や空間構造に影響をもたらす可能性について議論している。しかしながら、先行研究の数値実験では計算の単純化のためにガス温度の時間進化を取り扱っていないため磁気活動に関して観測データと照らし合わせた定量的な議論が難しい。そこで、我々は従来の数値計算コードにガス温度の時間進化を実装したより現実的な数値計算コードの開発を行った。加えて、星間ガスの放射冷却や周囲の恒星からの加熱による温度の変化を計算する部分のコードの開発を実施した。

銀河系中心領域のモデルの検証

従来の銀河系中心領域のモデルでは、超高温度 ($> 10^6\text{K}$) のガスを分布させた実際の銀河円盤に比べて比較的厚い円盤モデルを実装していた。しかし、ガス温度の時間進化及び星間ガスの放射冷却効果を実装したことで従来のモデルではガス温度が急冷されてしまいガスの静水圧平衡状態が保てないことが判明したため、加熱冷却後の現実的な銀河系中心領域に類似する初期条件モデルを再構築した。

開発したモデルでのテスト計算

図 1 は、放射冷却や恒星からの加熱の効果を含めた温度の時間進化を実装した数値実験結果の時間発展の様子を R-Z 図上に示している。図 1 のカラーマップはそれぞれ 1 段目が数密度、2 段目がガス温度、3 段目がガス圧に対する磁気圧を表しており、左から右に行くにつれて時間進化する。本計算によって、上空の高温ガスと円盤内の低温ガスの 2 相ガス構造を実現し、さらに増幅した磁場が星間ガスを持ち上げ、初期のガス円盤よりも厚みを持った構造になっていることが分かる。

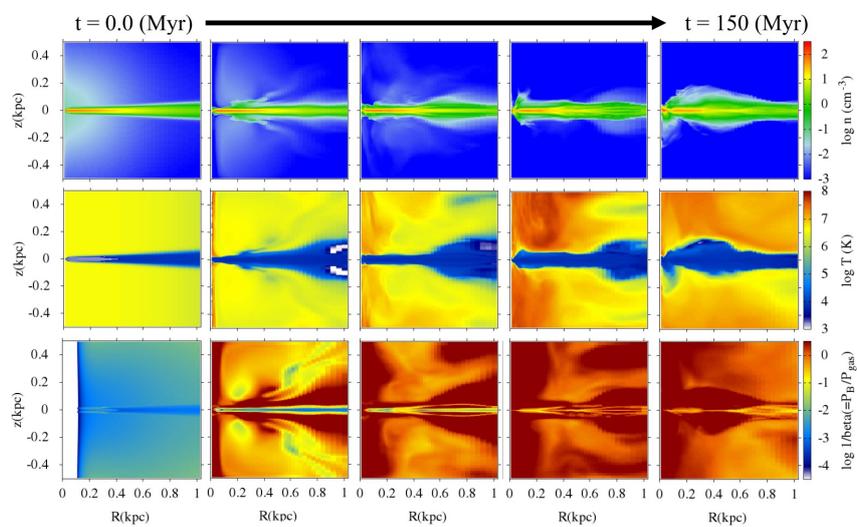


図 1: 加熱冷却ありの場合における物理量の時間発展の様子。横軸は銀河系中心からの距離 R ，縦軸は銀河円盤面からの高さ z を表している。カラーマップは、1 段目は数密度，2 段目はガス温度，3 段目は、ガス圧に愛する磁気圧の強さを表している。1 番左が初期条件で右に行くにつれて時間経過していく。時間発展に伴い増幅した磁場がガスの高さ方向に厚みを増すような構造になっている。