

研究課題名 銀河系中心領域の水平磁場が分子雲及び星形成過程に与える影響についての研究

利用者氏名 (所属機関) 行方 大輔 (筑波大学)

利用カテゴリ XT4B

銀河中心領域 ($\lesssim 1$ kpc) は、銀河円盤部と銀河中心核をつなぐ領域であり、活発な星形成を起こす系外銀河の観測等では爆発的な星形成の舞台であることがわかっている。非軸対称重力トルク等で銀河円盤部から銀河中心核に流れ込むガスの一部は、この爆発的な星形成に伴って銀河風となり、銀河ハロー部や銀河円盤部に戻される。銀河中心核へのガス供給率、或は、銀河内での金属量汚染がどのように進むのか等を明らかにする上で、銀河中心領域での星形成過程を理解することは重要である。

最も我々に近い銀河中心領域である、我々の銀河 (銀河系) の中心領域 ($\lesssim 200$ pc) では、過去に爆発的な星形成が起きたことを示す間接的な証拠がいくつか存在し、そこでの星形成の性質を研究することは先に指摘した点を理解する上で有益であると期待できる。銀河系中心領域には Central Molecular Zone (CMZ) と呼ばれる大量の分子ガスの集まり ($M_{H_2} = (2-10) \times 10^7 M_\odot$ (Serabyn & Morris 1995; Oka *et al.* 1998; Ferrière *et al.* 2007)) が存在し、そこが星形成の舞台となっている。CMZ は、太陽系が存在する銀河系円盤部とはかなり異なった物理環境にあることが観測的にわかっている。例えば、様々な磁場観測からこの領域の星間磁場の強度は $|B| = 10[\mu G] - 1[mG]$ と、太陽系近傍の値比べて大きい。また、CMZ の平均的なガスの個数密度やガス温度、ガスの速度分散の値はいずれも太陽系と比べてかなり高いことが知られている。こうした物理環境の違いがこの領域での分子雲及び星の形成過程に与える影響を明らかにすることは、系外銀河における銀河中心領域の星形成の理解の重要な基礎となる。

本研究では特に CMZ の大局的な水平磁場が分子雲、及び、星形成に与える影響を明らかにすることを目標として、銀河系中心領域の CMZ の 3 次元磁気流体局所シミュレーションを行った。局所シミュレーションでは水平方向に周期境界条件、 z 方向に孤立境界条件を仮定し、簡単のため銀河回転による速度シアは無視している。 z 方向には観測とおおよそ consistent な非一様外部重力場を仮定した。計算は平成 22 年度利用で開発した flux-CT 法による 3 次元自己重力磁気流体計算コードを用いて行った。CMZ の垂直構造は星形成フィードバックによる乱流運動が決められていると考

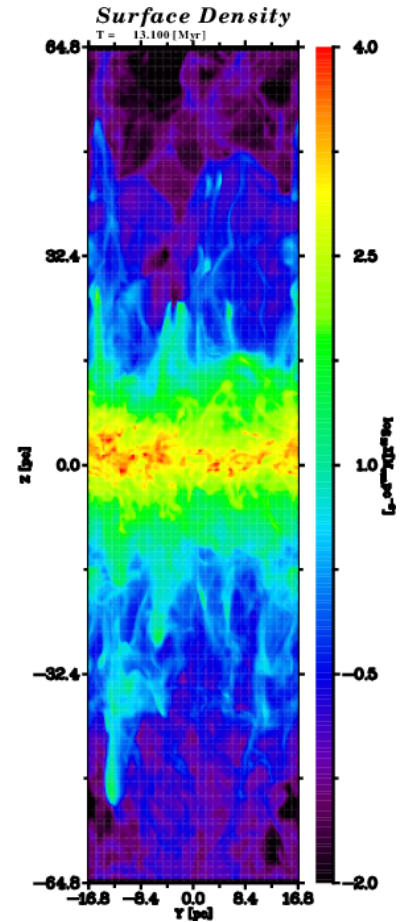


図 1: 初期水平磁場 $|B_0|$ が $3\mu G$ のモデルの柱密度分布

えられる。本計算では超新星爆発フィードバックのみを考慮した。初期の水平磁場の強度を変えて計算を行い、超新星爆発率を計測して星形成率への影響を調べた。初期水平磁場強度が $3\mu\text{G}$ の場合の柱密度分布の例を図 1 に示す。

一連の計算結果から、水平磁場によって超新星爆発によるガスの鉛直持ち上げ効果が抑制され、星形成率が磁場がない場合に比べ大きくなるような磁場強度範囲があることがわかった。磁場が十分強い場合には磁場による自己重力不安定の抑制効果が優勢となり、磁場が無い場合に比べ星形成が抑制される。図 2 に初期の水平磁場強度と時間平均した超新星爆発率の関係を示す。

計算で得られた超新星爆発率は観測推定値よりも 1 桁以上高い結果となった。このことから、大質量星の輻射加熱やアウトフロー等、本計算では考慮しなかった星形成の進行中に生じる局所的なフィードバックプロセスが全体の星形成率の制御に極めて重要な役割を果たしていることが示唆される。

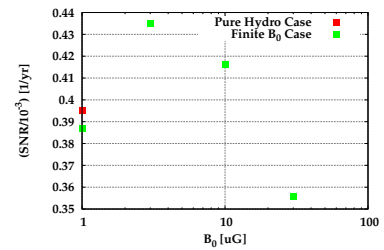


図 2: 初期水平磁場 B_0 と時間平均した超新星爆発率の関係