

銀河ガス円盤の3次元磁気流体数値実験による

銀河形成時磁場構造の探索

利用者氏名(所属機関) 町田 真美 (九州大学大学院理学研究院物理学部門)

利用カテゴリ ・SX9A

渦巻き銀河は平均で数マイクロガウスの磁場が存在する事が知られている。我々は、渦巻き銀河の磁場の起源を探るため、弱い方位角方向磁場を仮定した銀河ガス円盤の磁気流体数値実験を行った。その結果、初期に仮定した弱い磁場は磁気回転不安定性によって増幅される事、ガス円盤内の磁気圧がガス圧の数十%程度まで増幅されると円盤表面からパーカー不安定性によってハロー部へ磁束が流出する事、それによって円盤内部の磁気圧が準定常状態に維持される事、磁束流出後にはガス円盤内部には流出磁束とは反対向きの方位角方向磁場が卓越する事がわかった。また、数値計算結果をもとに、全天の回転量度を求めた所、観測と大まかに一致する結果が得られた。更に、過去に磁束流出した痕跡が高銀緯方向に残る事もわかった。この結果は町田ら(2013)にまとめられている。

磁場増幅への初期磁場構造依存性を調べた。ここでは、方位角方向磁場が鉛直方向にsin関数で向きが変化する磁場を仮定する事で、系全体の正味のフラックスが0となる場合を考えた。その結果、正味の磁場がある場合同様、ガス円盤内部の平均磁場強度はガス圧の10%程度まで増幅される事、乱流スケールが小さくなるために平均の磁気ストレスは小さくなり、その結果角運動量輸送率が低下している事がわかった。乱流スケールが小さいため磁気リコネクションなどによる磁気散逸も卓越するが、正味の磁場がある場合同様、ガス円盤内部で増幅された磁場はパーカー不安定性によってガス円盤からハロー領域に流出する。この時、乱流スケールが小さいため、パーカー不安定性による磁気ループの波長が短くなる傾向にある事がわかった。

銀河ガス円盤は10K程度の分子ガス、数千Kの水素ガス、数百万Kの高温プラズマなどが混在する多温度構造となっている。そこで、分子冷却を加えた数値計算を行った。1万度までは井上ら(2006)で採用されている冷却関数を使用した。数値計算には超新星爆発などの熱源を仮定せず、磁気散逸による加熱が冷却と釣り合う熱源であると仮定した。そのため、初期条件は町田ら(2013)で磁気乱流が十分発達しガス圧と磁気圧の比がほぼ一定となっている準定常状態を採用した。その結果、局所的にガス密度の高い箇所での冷却が卓越し、CFL条件によって定まる時間間隔が細くなるために系全体の時間進化を追うには至らなかった。