

銀河団 X 線放射プラズマ分布の磁気流体数値実験 (mna39b)

浅井 直樹 (千葉大自然)、福田 尚也 (千葉大理/JST)、山下 和之 (千葉大総メセ)

Introduction

A3667 銀河団には、銀河団中を運動するサブクラスター周辺に、コールドフロントと呼ばれる X 線画像での鮮明な不連続面がみついている (Vikhlinin et al. 2001)。このコールドフロントでは、温度が不連続に変化していると示唆されており、熱伝導やケルビン・ヘルムホルツ不安定性等による物質混合が抑制されている可能性が考えられる。我々は、A3667 銀河団のような銀河団中を運動するサブクラスターと銀河団磁場との相互作用を調べるため、非等方熱伝導の効果を含めた磁気流体コードを用いて、2次元 MHD シミュレーションを行なった。

Simulation Models

低密度の高温プラズマ中を運動するサブクラスターをシミュレートするため、図のように、球状のサブクラスターを置き、周辺プラズマに音速程度の速度を与え、時間発展を調べた。初期状態として、サブクラスターは、重力平衡状態にあり、低温高密度、周辺プラズマは、一様密度で、高温低密度である (温度比は、1:2 である)。磁場ありのモデルでは、磁場は、 y 軸方向に一様とした。磁場強度は、初期に約 $3 \mu\text{G}$ (プラズマ $\beta \sim 100$) とした。熱伝導は、Yokoyama & Shibata (1997) による非等方熱伝導を用いている。グリッド数は、 603×303 、計算領域は、 x 軸方向が、5 Mpc、 y 軸方向が、2.5 Mpc とした。

Results

下の図は、銀河団の X 線放射を熱制動放射と仮定し、X 線強度 $\propto \rho^2 T^{1/2}$ を表したものである。磁場の依存性を調べるため、上段 (図 1, 2, 3) に磁場なし、下段 (図 4, 5, 6) に磁場ありの時間発展を追った結果を示す (矢印は速度、 y 軸方向の実線は磁力線である)。

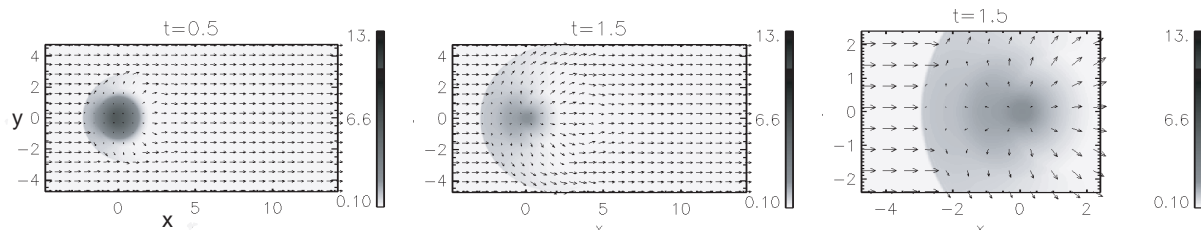


図 1: 磁場なし $t=0.5$

図 2: 磁場なし $t=1.5$

図 3: 図 2 の中心部

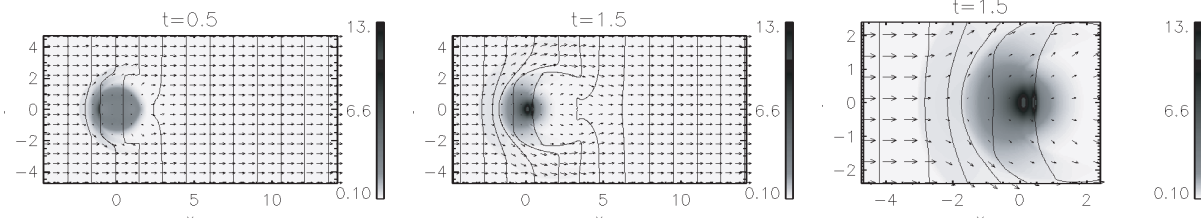


図 4: 磁場あり $t=0.5$

図 5: 磁場あり $t=1.5$

図 6: 図 5 の中心部

Conclusion & Discussion

磁場なしのモデルでは、熱伝導が等方的になり、コールドフロントを維持出来ない (図 2, 3)。一方、磁場ありのモデルでは、熱が磁力線に沿う方向にしか伝わらず、フロント付近では、磁力線に垂直な方向の熱伝導が抑制され、フロントが維持される効果が見られた (図 5, 6)。結果として、磁場は、磁力線に垂直方向の熱伝導を抑制することにより、コールドフロント維持に寄与することがわかった。

References

- Vikhlinin, A., Markevitch, M., Murray, S.S. 2001, ApJ, 549, L47
- Vikhlinin, A., Markevitch, M., Murray, S.S. 2001, ApJ, 551, 160
- Yokoyama, T., & Shibata, K. 1997, ApJ, 474, L61