Three-Dimensional Magnetohydrodynamic Simulations of Cold Fronts in Magnetically Turbulent ICM

Asai, N., Fukuda, N., & Matsumoto, R. 2007

第132回雑誌会 (Jun 06, 2012) 中村翔(服部研 Ist year Ph.D)

銀河団A3667(Vikhlinin et al. 2001), z~0.056



Tuesday, June 5, 2012

銀河団A3667(Vikhlinin et al. 2001), z~0.056



Tuesday, June 5, 2012

銀河団A3667(Vikhlinin et al. 2001), z~0.056



銀河団A3667(Vikhlinin et al. 2001), z~0.056



銀河団のプラズマの物理量

大きさ:数Mpc

温度: 107-108 K

電子数密度:0.001 cm-3

磁場: 10-7-10-6G

質量:銀河団の総質量(~Ⅰ0^{Ⅰ4}M_☉)のⅠ0%程度

熱伝導のタイムスケール

銀河団プラズマ中に温度差があった場合に、熱伝導に よって温度差がならされるタイムスケール

$$\tau_{\rm Sp} \sim \frac{\rho L^2}{\kappa_{\rm Sp}} \sim 10^7 \frac{n}{10^{-3} \text{ cm}^{-3}} \left(\frac{L}{100 \text{ kpc}}\right)^2 \left(\frac{kT}{5 \text{ keV}}\right)^{-5/2} \text{ yr}$$

せいぜい IOMyrのオーダー

===>あんな温度差が観測されるのはなぜ?



荷電粒子はを磁力線を横切れず熱伝導が抑制される。 磁力線方向には熱を伝導させることができる。



Tuesday, June 5, 2012

というわけで

●磁場に平行方向の熱伝導を考慮した3次元MHD数値実験
●希薄・高温・乱流磁場を持つ銀河団プラズマ中を、
高密・低温サブクラスターがマッハ1で横に運動したとき
に観測されるような温度差が維持され続けるか。

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{1}{2} \rho v^2 + \frac{B^2}{8\pi} + \frac{p}{\gamma - 1} \right] + \boldsymbol{\nabla} \cdot \left[\left(\frac{1}{2} \rho v^2 + \frac{\gamma p}{\gamma - 1} \right) \boldsymbol{v} + \frac{1}{4\pi} (-\boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}) \times \boldsymbol{B} \left[-\kappa_{\parallel} \boldsymbol{\nabla}_{\parallel} T \right] = -\rho \boldsymbol{v} \cdot \boldsymbol{\nabla} \psi,$$







contour : magnetic field strength color : temperature arrow : velocity

color : magnetic field strength arrow : velocity



contour : magnetic field strength color : temperature arrow : velocity

color : magnetic field strength arrow : velocity









サブクラスターの後方に渦が発生、渦の中に磁場が集積 される

まとめ

磁場に平行方向の熱伝導を考慮した3次元MHD数値実験を 行った。結果、

●増幅された磁場がサブクラスターを取り囲む
===>磁力線を横切る熱伝導が抑制され、1Gyr程度、温度
差(contact discontinuity)が保たれることを示した。
●サブクラスターが銀河団プラズマ(銀河間空間)中を動き回ることでサブクラスター後方に渦と磁場の強い領域が発生
===>銀河団(銀河間空間)磁場の増幅・維持機構の候補の一