

磁気流体力学シミュレーションから迫る銀河－銀河団ガス相互作用モデル

○中村 勇太¹ 鈴木 建¹ 北山 哲² 牧島 一夫¹ (1.東京大学 2.東邦大学)

銀河団の中心部では、銀河団ガス (intracluster medium: ICM) の密度が高いため、放射冷却によりICMが中心へと流入する冷却流 (cooling flow: CF) が生じるという描像が古典的に提唱されてきた (CF 描像, Fabian 1994)。しかし「あすか」などの観測により、多くの銀河団で中心部のICMはCF描像の予言ほどは冷えておらず、CFが抑制されていることが明らかとなり、このCF描像だけでは観測を説明できないことが示された (Makishima+ 2001)。したがって、CFを抑制するようにICMを加熱するなんらかのメカニズムが必要とされるようになった。そのICMの加熱機構として活動銀河核ジェット、銀河団合体、熱伝導、音波などが提案されてきたが、「ひとみ」とXRISMで、ペルセウスをはじめ多くの銀河団で、ICMの乱流の速度分散が、100-200 km/sと小さく、亜音速であり、むしろAlfven速度に近いことが明らかになった (Hitomi Collab. 2016; XRISM Collab. 2025)。その結果、加熱源の候補は大幅に絞られることとなり、上述のような既存のアイディアで観測を整合的に説明できるという確証は得られていない。

本研究では、メンバー銀河のもつ力学的エネルギーの一部が、磁気流体力学的相互作用を介してICM加熱に費やされ、その反作用として銀河が中心に向けて徐々に落下するというシナリオ (Gu+ 2020) を、磁気流体力学シミュレーションにより検証する。特に本発表では、その前段階として、放射冷却と磁場に沿った非等方熱伝導を実装した計算コードを開発し、大局的な磁場構造がICMの冷却進化に及ぼす影響を調べた結果を報告する。

2026年春季年会の発表 (T06b) では、初期の大局的磁場構造として一様磁場、ダイポール磁場、乱流的磁場を与えた場合について、中心部のICMが暴走的に冷却するまでの時間が磁場構造によって異なることを示した (図は一定半径球面での質量降着の時間進化で、暴走的に降着を始める時刻が冷え切る時刻)。本発表では、その違いの物理的要因を調べ、乱流的磁場の場合には磁力線に沿った熱伝導が実効的により等方的に働くため、他の二つの磁場構造に比べて中心部の温度が維持されやすいことを確認した。また、球対称な系をデカルト座標で扱う際に中心セル近傍で生じる数値的特異性についても検討し、その取り扱いを改良した。今後は、運動するメンバー銀河を実装し、ICM-銀河相互作用による加熱過程の定量的検証へと進める。

