

T04a Cosmic-Ray Streaming による銀河団コアの加熱

藤田裕 (大阪大学)、大平豊 (KEK)

銀河団のコアは強い X 線を放射しており、ガスの冷却時間は銀河団の年齢よりはるかに短い。ガスが冷え切っていないことから、何らかのメカニズムで加熱されていると考えられているが、そのメカニズムは不明である。今のところ、銀河団中心の AGN が加熱源としてよく考えられているが、AGN が生み出したエネルギーを、周囲の銀河団ガスに渡すメカニズムがわからないままとされている。

本研究では、銀河団の中心にある AGN の活動により生成される宇宙線に注目した。具体的には、宇宙線が銀河団ガス中を伝播する過程で、streaming instability により Alfvén wave を励起し、成長して非線形になった波が、エネルギーを周囲のガスに与えるというメカニズムについて詳しく調べた。このメカニズムは、超新星残骸の衝撃波周辺でも起きていると考えられている。

数値シミュレーションの結果、このメカニズムは銀河団の温度にかかわらず、銀河団コアを長時間安定に加熱できることがわかった。これは他の多くの AGN を加熱源とするメカニズムとは異なるものである。ごく弱い熱伝導があれば、さらに安定することもわかった。

計算結果をもとに、加熱が安定である理由についても考察した。その結果、宇宙線が Alfvén wave と共に銀河団コア全体にいきわたり、AGN のごく近傍での局所的な強い加熱が避けられること、宇宙線の分布は銀河団ガスの時間変動の影響をあまり受けないこと、エネルギー方程式で、加熱項と放射冷却項の形がよく似ていること、などが理由であることがわかった。