

T01a 宇宙線加速が銀河団のエントロピー分布に与える影響

藤田 裕 (大阪大学), 大平 豊, 山崎 了 (青山学院大学)

すざくの観測により、銀河団周辺部のガスのエントロピーは単純な理論予想と比べて小さいことが明らかになってきた。その原因として、ガスの非一様性、電子とイオンの非平衡などが可能性として指摘されているが、すざくの観測を説明できるほどエントロピーを小さくすることは難しい。そこで本研究では、銀河団の周辺部で起きている宇宙線加速に伴うエネルギー消費により、銀河団ガスのエントロピーが失われる効果について調べた。

我々が注目したのは、宇宙線が加速されている場合の衝撃波での物理量の接続条件（宇宙線が加速されていない場合の Rankine-Hugoniot 関係に対応）が、衝撃波のマッハ数に依存することである。この接続条件を使うと、マッハ数と宇宙線の加速効率、あるいはマッハ数と宇宙線加速で失われたガスのエントロピーの関係が求められる。

一方、銀河団は現在も成長しており、周辺からガスが超音速で落下している。落下したガスは衝撃波を形成するが、衝撃波では宇宙線が加速されていると予想されている。まず我々は銀河団ガスが過去に通過した衝撃波のマッハ数を解析的に求めた。そしてこのマッハ数に対応する衝撃波の接続条件と、観測されている銀河団ガスのエントロピー分布を比較したところ、宇宙線が銀河団ガスの運動エネルギーの $\lesssim 7\%$ を持ち去り、衝撃波下流の宇宙線圧力が全体の圧力の $\lesssim 40\%$ に達していればすざくの観測を説明できることがわかった。

Reference: Fujita, Ohira, and Yamazaki, 2013, ApJL, 767, L4