

X-Ray Study of the Evolution of the Galaxy Cluster Abell 3558

名古屋大学大学院 理学研究科
素粒子宇宙物理学専攻 博士過程 (前期過程)
宇宙物理学 (U) 研究室
二村 卓

Abstract

銀河団は宇宙の階層構造において、重力的に束縛された最も大きな天体であり、可視光では直径数 Mpc の中に数百から数千の銀河が観測される。銀河団内は温度 $10^7 \sim 10^8$ K の希薄な ($10^{-3} \sim 10^{-2}$ atoms/cm⁻³) プラズマで満たされている。銀河団はより小さな系である銀河や銀河群がその重力ポテンシャルに落ち込んだり、さらに銀河団同士の衝突合体などによって進化していく。高温プラズマからの X 線放射を観測することによってその密度や温度、重元素分布を求めることができ、銀河団の力学的進化の過程を知ることができる。

A3558 は赤方偏移 $z=0.0482$ にある Sharpley 超銀河団の中心に位置する銀河団であり、Abell 銀河団の中でも最も構成銀河の多い銀河団である。その X 線表面輝度分布は北西-南東方向に伸びた構造を持ち、ASCA 衛星による観測から温度、重元素組成比分布は $r < 12'$ でそれぞれ 5~6keV、太陽組成比の 0.3~0.5 倍程度という結果が得られている。本研究では 0.2-10 keV のエネルギー領域で優れた空間分解能と大有効面積を持つ XMM-Newton 衛星で 44ksec 観測されたイメージおよびスペクトルデータを解析した。

本研究では A3558 の表面輝度分布、Hardness Ratio、およびスペクトル解析を行なった。その結果、cD 銀河が存在する中心部は、半径 $0.25'$ (22kpc) 以内の領域で温度が $4.05^{+0.23}_{-0.18}$ keV であることがわかった。さらに、Mpc のスケールでは楕円形の X 線表面輝度分布の長軸方向において、北西側は平均温度が 6keV 程度と高く、南東側は平均温度が 5.5keV 程度と北西側に比べて低いという結果が得られ、また中心部は周囲と比べて有意に温度が低いことがわかった。動経方向には $\sim 2'$ で 6.5keV まで上昇し、そこから外側に向かってゆるやかに減少している。また銀河団中心から半径 $12'$ の領域を動経方向および円周方向に 32 の領域に分割し、それぞれスペクトル解析を行なったところ、4keV から 7keV 程度の有意な温度の非一様性が見られ、さらに $I(1.6-10\text{keV})/I(0.8-1.6\text{keV})$ の Hardness Ratio を用いたイメージ解析によってその詳細な分布が確認された。重元素組成比は中心 $0.25'$ が $0.53^{+0.10}_{-0.09}$ solar と高く、上記の領域では 0.2-0.5 solar の有意な非等方的分布をしていることがわかった。重元素組成比分布と温度分布から、銀河団中心から $5'$ 以内には重元素組成比および温度が異なる数 10~100kpc 程の大きさの領域が存在することも見つかった。また、中心から南東方向に $1'$ と、北西方向に $2'$ の距離に弓状に輝度分布の大きな落ち込みと関連した温度変化が見られるが、それぞれの領域での温度分布からは cold front の存在が示唆された。

以上のような表面輝度分布、重元素組成比、温度構造からは、冷たいコアが存在すること、極端に温度の高い領域が存在しないことがわかる。そこからは銀河団同士の大規模なマージングを起こしている可能性は考えにくく、銀河団のポテンシャルに重元素組成比が高く、なおかつ温度が低いいくつかの銀河群が破壊されずに落ち込んできたと考えられる。