

# XRISMによる銀河団ガスの精密X線分光で明らかになった 鉄K殻輝線の強度比異常の解明に向けたプラズマ診断

平田玲央<sup>1,2</sup>, 福島光太郎<sup>2</sup>, 松下恭子<sup>3</sup>, 相原樹<sup>3</sup>, 佐藤浩介<sup>4</sup>, 近藤麻里恵<sup>5</sup>, 須田一功<sup>3</sup>,  
山口弘悦<sup>2,1</sup> on behalf of A3571 team (PI: 松下恭子, CoPI: Irina Zhuravleva<sup>6</sup>)

<sup>1</sup> 東京大, <sup>2</sup> ISAS/JAXA, <sup>3</sup> 東京理科大, <sup>4</sup> 京都産業大, <sup>5</sup> 埼玉大, <sup>6</sup> U. of Chicago

XRISM 衛星は、銀河団中心部でのガスの熱力学的構造の解明などを目的に多数の銀河団を観測している。搭載検出器 Resolve の高い分光性能 ( $E/\Delta E > 1200$ ) により従来は困難だった鉄K殻輝線などの微細構造が分離され、これらを利用したガスの運動速度・温度・金属量の精密測定が可能になった (e.g., [1])。銀河団ガスのX線放射は一般に衝突電離平衡 (CIE) プラズマとして解されてきたが、A2029 や Coma 銀河団では鉄の  $\text{He}\alpha_{x,y}$  や  $\text{Ly}\alpha_{1,2}$  輝線にモデルとの不一致が報告されており [2, 3]、原因の解明には銀河団ガスで起きている原子過程の正しい理解が重要になる。

A3571 銀河団では、中心部まで高いガス温度 ( $\sim 7$  keV) が維持されていて、比較的単純な温度構造を示すことから、24 価や 25 価の鉄イオンの顕著な  $\text{K}\alpha$  輝線を主とした単純なスペクトル形が期待される。我々は XRISM による A3571 中心領域の観測 (図 1) で、上述した A2029 などと同様の鉄K殻輝線の強度比異常を発見した (図 2)。複数領域に分割したスペクトル解析では、多くの領域で  $\text{Ly}\alpha_2/\alpha_1$  比が統計重率で決まる  $1/2$  より大きくなる傾向が見られ、そのズレの程度は領域ごとに異なっていた。

本講演では、銀河団ガスの鉄K殻輝線強度比に注目したプラズマ診断の結果を報告し、線比異常が見られる領域と天体の特徴的な空間構造の関係や、温度測定等を与える影響を議論する。また、 $\text{Ly}\alpha_1$  の放射強度には励起電子の入射方向に対する非等方性が存在する [4, 5] ことから、電子の非等方な流れが存在すれば観測されている  $\text{Ly}\alpha_2/\alpha_1$  比を説明することができる。銀河団でそのような電子の流れが実現可能かについても議論したい。

**References** [1] XRISM Collab. et al., Nature **638**, 365 (2025), [2] XRISM Collab. et al., ApJL **982**, L5 (2025), [3] XRISM Collab. et al., ApJL **985**, L20 (2025), [4] N. Nakamura et al., PRA **63**, 024501 (2001), [5] L. Bettadji et al., NIMPRB **268**, 3509 (2010)

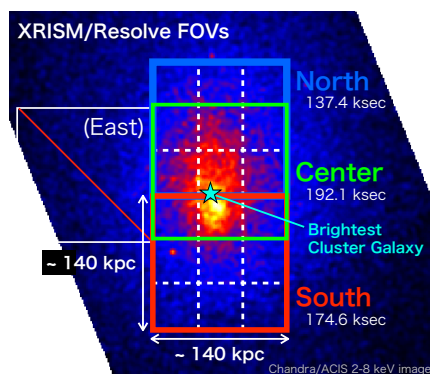


図 1: A3571 銀河団中心付近の X 線画像 (Chandra 衛星)。実線の正方形は XRISM による 4 観測の Resolve 視野を表す。

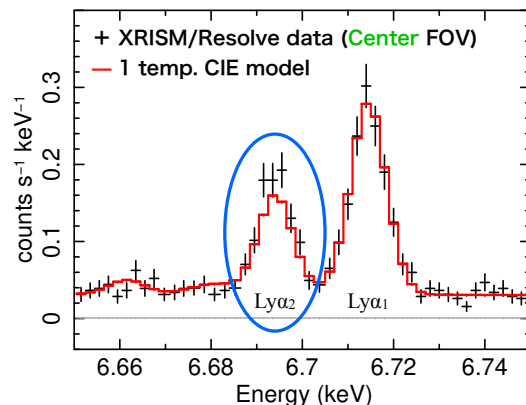


図 2: A3571 銀河団の XRISM/Resolve スペクトル (視野全体で取得) の鉄  $\text{Ly}\alpha$  輝線付近を拡大したもの。