

博士論文公聴会

ご案内

下記の要領で博士論文公聴会を開きますのでご来聴下さい。

記

日時 : 2018年2月6日(火) 16:20~17:50

場所 : 理学研究科F棟2階講義室 (F202号室)

発表者 : 井上 翔太
宇宙地球科学専攻
大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 後期課程

題目 : Non-Equilibrium Plasma in Galaxy Clusters
(銀河団における非平衡プラズマ)

宇宙地球科学専攻 大学院教育教務委員
寺田 健太郎

学位申請者：井上翔太

論文題目：Non-Equilibrium Plasma in Galaxy Clusters

(銀河団における非平衡プラズマ)

論文要旨：

銀河団は数 10-数 100 の銀河の集団であり、宇宙最大の自己重力系である。銀河団中の空間は、数千万度 ($kT \sim$ 数 keV) の高温プラズマ (Intracluster Medium; ICM) で満たされている。銀河団は衝突・合体によって成長する。ICM や銀河の分布から衝突中とみなせる銀河団も多く知られているが、近年、X 線および電波の観測により、衝突銀河団の ICM 中で衝撃波が発見されるケースが増えており、衝突の物理を解明する研究が盛んにすすめられている。

プラズマが加熱されると電離がさらに進行するが、その進行度は電子密度 n_e と加熱からの時間 t の積、電離パラメータ $n_e t$ で表せる。これまで、銀河団 ICM は電離平衡状態 ($n_e t > 10^{13} \text{ s} \cdot \text{cm}^{-3}$) であると仮定されてきた。この仮定は銀河団全体でみると妥当であるが、衝突銀河団の衝撃波付近に着目すれば、衝撃波加熱に起因する電離非平衡状態が短期間存在する可能性がある。X 線スペクトル観測から電離パラメータを見積もり、それが非平衡状態であれば、加熱からの経過時間を推定できる。本研究の目的は、銀河団 ICM 中で電離非平衡状態を検出し、衝撃波による加熱の履歴を調べ、これまでにない視点から銀河団進化を議論することである。

まず、衝突銀河団 Abell 754 を Suzaku 衛星を用いて観測した。X 線スペクトル解析の結果、一部の高温領域 ($kT = 13 \pm 1 \text{ keV}$) で、電離パラメータを $0.01 - 1.37 (10^{12} \text{ s} \cdot \text{cm}^{-3})$ と評価した。これは銀河団 ICM 中で電離非平衡状態を示す初めての発見である。さらに、XMM-Newton 衛星のデータを解析し、この領域付近にマッハ数 1.17 の衝撃波を発見した。衝撃波がこの領域を通過する時間は、電離パラメータから算出した加熱からの経過時間 (36-7600 万年) と矛盾ない。衝撃波加熱により ICM 中で電離非平衡が生じたというシナリオが示唆される。

続いて、衝突銀河団 Cygnus A の X 線データを解析し、衝突する 2 つのサブ銀河団間で、高温領域 ($9.3 \pm 0.4 \text{ keV}$) を発見した。電離パラメータは非平衡状態を有意に示すものではなかったものの、サブ銀河団の間で、視線方向に CIM の速度差があることを発見した。これと温度分布から得られる衝撃波速度を用いて、衝突のジオメトリに初めて制限をつけた。

最後に、イオン、電子の運動速度から決まるイオン温度、電子温度の非平衡についても調査した。ひとみ衛星の X 線マイクロカロリメータを用いて、ペルセウス座銀河団中心部の ICM を観測し、イオン温度を $7 \pm 5 \text{ keV}$ と制限した。ペルセウス座銀河団の中心部分ではイオン温度は、電子温度 ($\sim 4 \text{ keV}$) と上記の精度内で一致し、イオン-電子の間では、熱平衡状態で矛盾ないことが確認できた。ICM 中のイオン温度のはじめての制限である。