

「意外に静かだったペルセウス座銀河団中心の高温ガス」 「ひとみ」衛星試験観測の成果

名古屋大学大学院理学研究科（研究科長：松本邦弘）の國枝 秀世（くにえだひでよ）教授、田原 譲（たわらゆずる）教授らの研究グループ及び同宇宙地球環境研究所（所長：町田忍）の田島 宏康（たじまひろやす）教授は、宇宙科学研究所との共同プロジェクト「ひとみ」衛星の観測チームとして、超高分解能 X 線観測の結果をご報告します。

「ひとみ」衛星では 4 種類の観測装置が搭載され、その内、硬 X 線望遠鏡、軟ガンマ線観測装置が名古屋大学で開発された他、超高分解能分光検出器と撮像検出器に集光する軟 X 線望遠鏡の開発にも、名古屋大学のメンバーが携わりました。「ひとみ」衛星は、2 月 17 日に打ち上げ成功後、ミッションの動作確認を経て試験観測を開始しました。

これにより全ての搭載機器において、予定していたとおりの最先端の性能を持つことがほぼ確認されましたが、その後、3 月 26 日に衛星との通信が確立できなくなり、最終的に 4 月 28 日に運用を断念しました。今回ご報告するのは、通信が途絶える前に行った試験観測でのデータに基づくものであります。

本研究では、これまでの 20 倍以上の波長分解能を持つ分光検出器により、100 個以上の銀河の集団である銀河団の一つ、ペルセウス座銀河団を観測しました。銀河団中心部では、銀河団ガスの高速な運動と中心にある活動的銀河からのジェットが入り混じっており、乱流が発生していると考えられています。今回の観測では、その高温ガスの運動速度をこれまでにない高い精度で測定したところ、意外に乱流は小さく、すでに熱運動の支配する平衡に近い世界であることが分かりました。このデータでは、これまでの検出器では見えなかった輝線の微細な構造が見えており、その解析により銀河団中心の高温プラズマの物理状態の解明が大きく進むと期待されます。

この研究成果は、平成 28 年 7 月 6 日付（世界時）英国科学雑誌 Nature オンライン版に掲載されました。

意外に静かだったペルセウス座銀河団中心の高温ガス

【ポイント】

国際研究チーム（注1）は X 線天文衛星 ASTRO-H 「ひとみ」 打上げの約一週間後から開始した観測装置立ち上げ段階で、搭載された軟 X 線分光検出器 (SXS: Soft X-ray Spectrometer、注2) によって、ペルセウス座銀河団を合計 23 万秒間観測しました。取得されたデータから、SXS は打上げ前に見積もっていた以上の分解能を達成し、これまでの 20 倍以上の精度で高温ガスの運動を測定できることを軌道上で実証しました。また、今回の SXS による観測で、銀河団中心部のガスの運動をはじめて測定することにも成功しました。

観測の結果、銀河団中心部で、巨大ブラックホールから吹き出すジェットは高温ガスとぶつかり、高温ガスを押しつけているものの、その結果、作り出されるはずのガスの乱れた運動は意外に小さい、すなわち高速ジェットが影響を及ぼしているにも関わらず銀河団中心部の高温ガスは意外に静かであるということが分かりました。

本研究成果は、7 月 6 日付（世界時）英国科学雑誌「Nature」のオンライン版に掲載されます。

【研究背景と内容】

宇宙最大の天体である銀河団。100 以上の銀河が集まった系で、大量のダークマターの重力により 5,000 万度以上という高温ガスが捉えられています。また、銀河団中心にジェットを吹き出すなど活発に活動するブラックホールを擁する銀河が存在することも少なくありません。ブラックホールによるジェットは、周囲の高温ガスを押しつけて広がっているため、高温ガスはかき混ぜられて、乱れた流れの状態にあるのではないかという予測もありました。

国際研究チームは、観測装置立ち上げ段階中に SXS で、ペルセウス座銀河団を約一週間かけて観測しました。太陽系から約 2.5 億光年遠方にあるペルセウス座銀河団は、X 線で最も明るい銀河団です。これまで多くの X 線データが取得されており、「標準天体」とも呼べる銀河団なのです。

ペルセウス座銀河団中心には、巨大なブラックホールをもつ電波銀河 (NGC1275) があり、そこから宇宙ジェット(光の速さに近い高エネルギー粒子の絞られた流れ)が放出されています。銀河団中心の高温ガスは、ジェットによって押しつけられている様子が過去の観測で明らかになっていました。そのため、宇宙ジェットが周囲の銀河団ガスにどのような影響を及ぼしているかを明らかにするための研究が続けられていました。

巨大ブラックホールから周囲へのエネルギー供給や宇宙ジェットが、どのように周囲に影響を及ぼしているかを調べるためには、ガスの運動を調べることが必要です。今回の SXS による観測で、銀河団の中心から 10 万から 20 万光年の範囲では高温ガスの乱れた運動の速さは毎秒 164 ± 10 km (視線方向の成分)と見積もられました。この運

動が発生する圧力は、高温ガスの熱的な圧力の4%に過ぎず、これは予想を下回る低い値でした。

【用語説明】

注1) 国際研究チームとは、ASTRO-H プロジェクトのメンバーである約 250 名の研究者からなるチーム。

注2) SXS は 50 mK (ケルビン (K) は絶対温度の単位で、1 K は-273°C。ミリ(m)は 1000 分の 1 を示す) という極低温で動作し、鉄の特性 X 線などの X 線光子のエネルギーを X 線天文衛星「すざく」の 20 倍以上という高い精度で測ることができる。高温ガスが運動すると、ドップラー効果のために X 線のエネルギーが変化する。近づくとエネルギーが高くなり、遠ざかると低くなる。ガスが大きく乱れた運動をしている場合は、輝線の幅が太く観測される。「すざく」の CCD 検出器は、エネルギーを決める精度が十分でなかったため、こうしたエネルギーの変化を検知できなかった。軟 X 線分光検出器 SXS によってはじめて、銀河団のような大規模な天体の高温ガスの運動を詳しく調べることができるようになった。

【発表媒体】

雑誌名： Nature (2016.7.7 付)

論文タイトル： The Quiet Intracluster Medium in the Core of the Perseus Cluster

著者： Hitomi collaboration