

Title	Ginga Observations of Clusters of Galaxies : X-ray Spectra and Iron Abundances of Intracluster Gas
Author(s)	廿日出, 勇
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/37069
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

【3】

氏名・(本籍)	はつ 廿	か 日	て 出	いさむ 勇		
学位の種類	理	学	博	士		
学位記番号	第	8761	号			
学位授与の日付	平成元年6月16日					
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第5条第1項該当					
学位論文項目	Ginga Observations of Clusters of Galaxies —X-ray Spectra and Iron Abundances of Intracluster Gas— 『ぎんが』衛星による銀河団の観測 —銀河団内ガスのX線スペクトルと鉄の存在比—					
論文審査委員	(主査)					
	教授	宮本 重徳				
	(副査)		教授	池谷 元伺	教授	池内 了
	助教授	山下 広順				

論文内容の要旨

銀河団からのX線は銀河団内を満たす高温で希薄なガスからの熱輻射である。X線スペクトルの中に鉄輝線が存在することから、銀河団間ガスの一部は星の中で生成され、放出されたガスであると考えられている。よって、鉄の存在比は銀河団間ガスの起源と進化を考える上で重要な手がかりになっている。本論文はX線天文衛星『ぎんが』で得られたX線スペクトルをもとに銀河団の進化について考察を行う。

『ぎんが』に搭載された大面積比例計数管を用いて11個の銀河団の観測を行い、それぞれについて1～17keVのエネルギー範囲にわたるX線スペクトルを得た。観測したほとんどの銀河団のX線スペクトルは単一温度の衝突電離平衡にある光学的に薄いプラズマからの熱輻射として表わすことができ、X線光度、温度、鉄の存在比が求められた。この結果、以下のことがわかった。

- ① 銀河団内ガスの鉄の存在比は個々の銀河団で異なっており、宇宙組成の0.19～0.44倍に分布している。
- ② 中心に巨大な楕円銀河を持つ銀河団(XD型)では、銀河団内ガスの温度は2～9 keV、鉄の存在比は宇宙組成の0.19～0.44倍に分布しており、温度が高くなるほど鉄の存在比が小さくなっている。
- ③ 中心に巨大な楕円銀河を持たない銀河団(nXD型)では、銀河団内ガスの温度は8 keV、鉄の存在比は宇宙組成の0.24倍付近に分布する。

XD型とnXD型の銀河団で温度、鉄の存在比の分布が異なることは次のように説明できる。nXD型の銀河団では、銀河の運動による加熱と放射による冷却がつりあっており、温度も鉄の存在比もあまり変化しないと考えられる。一方、XD型の銀河団では、中心に巨大な楕円銀河が存在するので、銀河団間ガスは中心に強く集中し、ガスの密度が高くなる。このため放射による冷却の効果が大きくなり、中心部の圧力が下がり、外から内へのガスの流れ(cooling flow)が形成される。また、中心部を通過

する銀河は密度の高いガスとの衝突で星間空間にある化学的進化の進んだガスをはぎとられる。このため、XD型の銀河団は低温で鉄の存在比の大きいプラズマが中心にあり、高温で鉄の存在比の小さいプラズマがその周りを取りまわっている構造をしていると考えられる。『ぎんが』で観測したスペクトルはその両方からのX線の重ね合わせなので、cooling flowの成長と共に観測される温度は低くなり、鉄の存在比は大きくなる。XD型の高温成分の温度、鉄の存在比が、nXD型の温度、鉄の存在比に等しいと仮定すると、観測したスペクトルは、温度が2～5 keVで鉄の存在比が宇宙組成の約0.5倍の低温成分が存在するとして矛盾なく説明できる。温度と鉄の存在比は銀河団の進化を知る上で大きな鍵を握っていると考えられる。

論文の審査結果の要旨

宇宙で最も大きな重力集合体である銀河団が、どのように形成され、どのように進化して来たのかを解明することは、現在の宇宙物理学の最重要課題の一つである。この銀河団内の空間に存在する、高温プラズマよりのX線の観測により得られる、X線強度、プラズマ温度、及び、プラズマ中の鉄の存在比は、これらX線の表面輝度分布から得られる、プラズマ密度と中心核の大きさとともに、銀河団の形成と進化を解明する上で、大変重要な物理量である。特に、高温プラズマ中の鉄の存在比は、銀河団の進化を知る指標になると考えられるが、これまでのX線観測によれば、その存在比は、どの銀河団に対しても、宇宙組成のほぼ0.4倍になると結論されていた。また、可視光やX線観測からえられた、他の物理量とプラズマ中の鉄の存在比との相関も、有意な結果は得られていなかった。

本論文は、『ぎんが』衛星に搭載された、大面積比例計数管によって観測された11個の銀河団の、統計精度のよいX線スペクトルの解析をもとに、以下の重要な事実を明らかにした。

- ① 中心に巨大な楕円銀河を持つ銀河団 (XD型) では、銀河団内ガスの温度は2 keV から9 keV であり、ガスの温度が高くなるに伴って鉄の存在比は、宇宙組成の0.44倍から0.19倍と小さくなっている。
- ② 中心に巨大な楕円銀河を持たない銀河団 (nXD型) では、その温度は約8 keV、鉄の存在比は、宇宙組成の約0.24倍と、ほぼ一定値になる。

さらに、このような事実の原因として、以下のような考察をしている。

銀河団中心の巨大楕円銀河の存在の有無により、銀河団内のガスの温度、及び、鉄の存在比が異なることは、銀河団の形成初期に於ける巨大な楕円銀河の存否によって、その後の銀河団の進化が2つの道筋に分かれたことを示唆している。即ち、XD型では、その進化とともに、中心部の巨大銀河の重力のために中心部でガスの集中度が高くなり、そこでのガスの冷却が進み、時間の経過とともに、より多くのガスが周りの進化した銀河からはぎ取られる。このために、中心部には低温で鉄の存在比の大きいガスが溜り、その周りを高温で鉄の存在比の小さいガスが取り囲むようになる。これに対し、nXD型は中心部に巨大銀河が無いため、ガスの中心集中が進まず、従ってガスの冷却も殆ど起こらない。銀河よりはぎ取られるガスの量も少ない。この結果、銀河団内のプラズマは定常的で、ガスの温度は比較的高

く、ほぼ等温に保たれ、プラズマ中の鉄の存在比は小さい。

以上の結果は、銀河団に存在する高温プラズマの温度と、その中に存在する鉄の存在比の相関を観測により求めることにより、銀河団の進化を初めて明らかにしたもので、理学博士の学位論文として十分に価値のあるものと認められる。