



Title	Temperature and Metallicity Profiles of Galaxy Clusters : Background Study for X-ray CCD Camera onboard the Suzaku Satellite
Author(s)	田和, 憲明
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48796
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	た 田 和 憲 明
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 21788 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科宇宙地球科学専攻
学 位 論 文 名	Temperature and Metallicity Profiles of Galaxy Clusters—Background Study for X-ray CCD Camera onboard the Suzaku Satellite— (銀河団の温度と金属量のプロファイル—すざく衛星搭載 X 線 CCD カメラのバックグラウンドの研究—)
論文審査委員	(主査) 教 授 常深 博 (副査) 教 授 高原 文郎 教 授 川村 光 准教授 藤田 裕 准教授 林田 清

論文内容の要旨

銀河団は宇宙で最大の重力束縛系で、銀河と X 線を放射する高温ガス (ICM)、そして大量の暗黒物質を含むと考えられており、銀河団の研究は宇宙の進化や大規模構造を理解する上で重要である。しかし銀河団の周辺部は非常に暗いため、これまで X 線での観測は中心部に限られていた。本論文では日本の X 線天文衛星「すざく」を用い、銀河団のより外側までの観測的な研究を行う。

「すざく」衛星搭載 X 線 CCD カメラ (XIS) は広い有効面積と、低く安定したバックグラウンドレベルを持つため、銀河団の周辺部のような暗く広がった天体の解析に適している。この特徴を生かすためには、非 X 線バックグラウンド (NXB) を正確に見積もる必要がある。そこで、NXB モデルを作る手法を確立した。これによって再現性はおよそ 5 倍改善し、各 XIS で 4.55~5.63% (1-7 keV)、2.79~4.36% (5-12 keV) であった。また、宇宙 X 線背景放射 (CXB) も銀河団周辺部の解析では重要である。そこで、「すざく」の観測を用いて、CXB のスペクトルとその空間的なゆらぎを調べた。CXB スペクトルは power-law モデルでよく再現でき、その幕は 1.451 ± 0.034 、フラックスは $(4.37 \pm 0.14) \times 10^{-15} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ arcmin}^{-2}$ (2-10 keV) であった。また、フラックスのゆらぎは $12 \pm 2.4\%$ であった。

我々は、NXB モデルを用いて NXB を差し引き、CXB のゆらぎを考慮して、「すざく」で観測した 8 つの銀河団 (A1060、A1413、A1795、A2052、A2218、A2801、A2804、A2811) の温度と表面輝度のプロファイルを調べた。その結果、 $0.15r_{180}$ (r_{180} : ビリアル半径) 以上の領域で相似性が見られた。これまで温度の測定は $0.6r_{180}$ よりも内側の領域に限られていたが、XIS によってビリアル半径まで測定することができた。また、温度プロファイルから ICM の比熱比が 1.190 ± 0.034 であり、銀河団中心から離れるほど温度が低下することがわかった。さらに、数値シミュレーションから得られた温度プロファイルとも $0.15r_{180}$ から r_{180} の領域でよく一致した。これらの結果から、ICM は主に銀河団形成時の重力による圧縮によって加熱されたと考えられる。

次に、「すざく」の観測を用いて上記の 8 つの銀河団に加え、A1674 と A399/A401 間の連結領域の金属量を測定した。これまで金属量の測定は $0.4r_{180}$ より内側に限られていたが、XIS では $0.8r_{180}$ まで測定することができた。その

結果、銀河団外周部 ($>0.4r_{180}$) においても比較的高い金属量 ($\sim 0.2Z_\odot$) を持つことがわかった。これは、銀河団形成初期 ($z \sim 2$) に大量の重元素が、主に銀河風によって銀河間に流出したためと考えられる。

論文審査の結果の要旨

田和君は「Temperature and Metallicity Profiles of Galaxy Clusters—Background Study for X-ray CCD Camera onboard the Suzaku Satellite—」というタイトルの学位論文を公聴会で発表した。そこではすざく衛星の性能を生かして銀河団周辺部の金属組成を求めた。

銀河団は宇宙で最大の重力束縛系で、銀河とX線を放射する高温ガス (ICM)、そして大量の暗黒物質を含むと考えられており、銀河団の研究は宇宙の進化や大規模構造を理解する上で重要である。しかし銀河団の周辺部は非常に暗いため、これまでX線での観測は中心部に限られていた。本論文では日本のX線天文衛星「すざく」を用い、銀河団のより外側までの観測的な研究を行う。

「すざく」衛星搭載X線CCDカメラ(XIS)は広い有効面積と、低く安定したバックグラウンドレベルを持つため、銀河団の周辺部のような暗く広がった天体の解析に適している。この特徴を生かすためには、非X線バックグラウンド(NXB)を正確に見積もる必要がある。そこで、N XBモデルを作る手法を確立した。これによって再現性はおよそ5倍改善し、各XISで4.55~5.63% (1-7 keV)、2.79~4.36% (5-12 keV) であった。また、宇宙X線背景放射(CXB)も銀河団周辺部の解析では重要である。そこで、「すざく」の観測を用いて、CXBのスペクトルとその空間的なゆらぎを調べた。CXBスペクトルはpower-lawモデルでよく再現でき、その幕は 1.451 ± 0.034 、フラックスは $(4.37 \pm 0.14) \times 10^{-15} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ arcmin}^{-2}$ (2-10 keV) であった。また、フラックスのゆらぎは $12 \pm 2.4\%$ であった。

我々は、N XBモデルを用いてN XBを差し引き、CXBのゆらぎを考慮して、「すざく」で観測した8つの銀河団(A1060、A1413、A1795、A2052、A2218、A2801、A2804、A2811)の温度と表面輝度のプロファイルを調べた。その結果、 $0.15r_{180}$ (r_{180} : ビリアル半径) 以上の領域で相似性が見られた。これまで温度の測定は $0.6r_{180}$ よりも内側の領域に限られていたが、XISによってビリアル半径まで測定することができた。また、温度プロファイルからICMの比熱比が 1.190 ± 0.034 であり、銀河団中心から離れるほど温度が低下することがわかった。さらに、数値シミュレーションから得られた温度プロファイルとも $0.15r_{180}$ から r_{180} の領域でよく一致した。これらの結果から、ICMは主に銀河団形成時の重力による圧縮によって加熱されたと考えられる。

次に、「すざく」の観測を用いて上記の8つの銀河団に加え、A1674とA399/A401間の連結領域の金属量を測定した。これまで金属量の測定は $0.4r_{180}$ より内側に限られていたが、XISでは $0.8r_{180}$ まで測定することができた。その結果、銀河団外周部 ($>0.4r_{180}$) においても比較的高い金属量 ($\sim 0.2Z_\odot$) を持つことがわかった。これは、銀河団形成初期 ($z \sim 2$) に大量の重元素が、主に銀河風によって銀河間に流出したためと考えられる。このように、すざくによる観測から銀河団周辺ガスの研究を推し進めた。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。