

XMM-Newtonによる小銀河団A3581の観測

山田 芳徳、 夫 才修、 河嶋健吾、 川埜 直美、 深沢 泰司 (広大理)

銀河団を満たしている高温プラズマ(ICM)の熱制動放射によるX線を観測することで、ICMの温度や金属アバダンスなどの分布を測定して、銀河団の進化の情報を得ることができる。今回、大きな視野と優れた感度をもつXMM-Newtonによって小銀河団A3581を観測し、そのデータを解析し、MKW4と比較してその特徴を調べた。

ICMの金属アバダンス分布の研究の背景

銀河団中の金属アバダンスは中心からの半径に従って大きく減少し、水素の分布とは違っている。

金属がいつどのように銀河団から放出されたかを考えることで銀河団の進化の情報が得られるといわれている。

視野と感度に優れたXMM-Newtonは銀河団を広範囲に観測するのに有効

温度が2keV前後の小銀河団は、コンパクトで全体を観測しやすく、温度と金属アバダンスの測定精度も良いので、そうした銀河団A3581をターゲットとして選んだ。

本研究の目

我々がXMM-Newtonを用いて新たに観測したA3581の観測データを解析する。

以下のような特殊な結果が出たため、距離や規模が似た銀河団MKW4を解析し比較することでA3581の特徴を調べ、その進化の過程を考える。

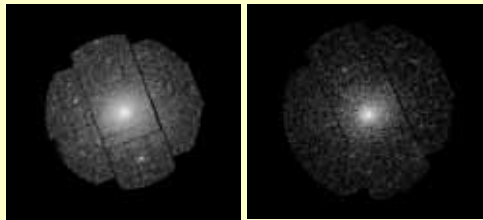
| | Z | Lx($h_{50}^3 10^{45}$ erg/s) | kT (keV) |
|-------|--------|-------------------------------|----------|
| A3581 | 0.0230 | 6.2 | 1.83 |
| MKW4 | 0.0200 | 3.1 | 1.71 |

過去の観測結果(ASCA)

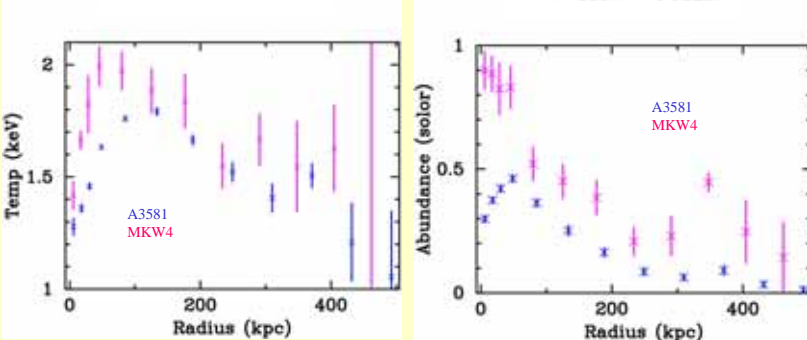
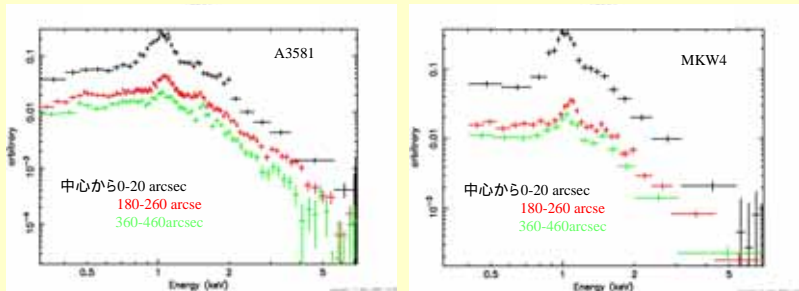
温度、金属アバダンスの分

X線スペクトルから温度、金属アバダンスを導出

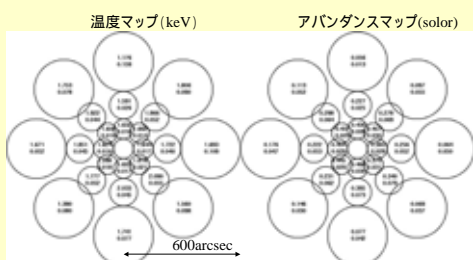
フィッティングモデル APEC + 銀河吸収(wabs) モデルMEKALでもほぼ同じ値を確認



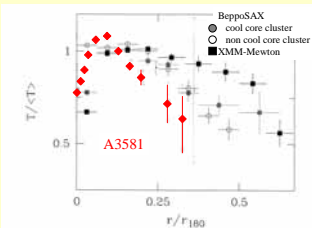
A3581(左)とMKW4(右)のMOS1検出器のイメージ



温度、金属アバダンスとも、半径とともに急激減少し、特にアバダンスは0.1solar以下になる

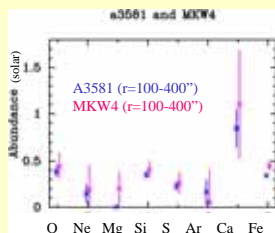


A3581の r_{180} に対する温度分布



銀河団の平均的な温度vs半径の分布 (DeGrandi et al. 2004, astro-ph/0407392) に比べて、温度減少が急激

A3581の温度と金属アバダンスの位置分布
中心から100、225、450arcsecの位置でそれぞれ半径50、75、150arcsecの範囲を調べた。どの方向でも、温度・金属アバダンスが低いことがわかる。



各元素のアバダンス

VAPECモデルによるフィッティングで各元素のアバダンスを得る

各金属のアバダンス比がMKW4と似ている

X線輝度とガス質量分布、全質量分

X線輝度の中心からの半径分布をベータモデルでフィットすることで得られた密度分布を用いて、ガスの質量と全質量を計算した。

ベータモデルでは中心密度 n_0 、コア半径 r_c および密度の傾きを表すパラメータ β を用いて密度分布 $n(r)$ を

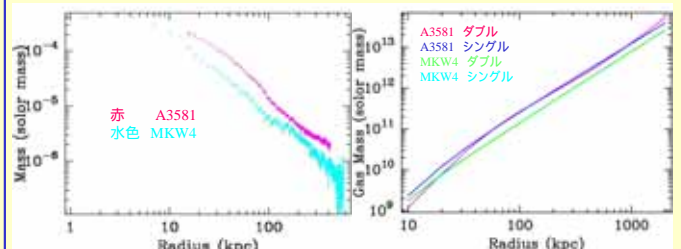
$$n(r) = n_0 \left[1 + \left(\frac{r}{r_c} \right)^2 \right]^{-\frac{3}{2}\beta}$$

とする。A3581の輝度分布をダブルベータモデルでフィット

以降の解析ではこのシングルベータモデルと2つのベータモデルを足し合わせたダブルベータモデルで行った。

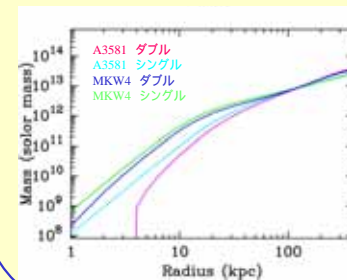
ガス質量分布は $n(r)$ を用いて $M_{gas} = \int_0^r 4\pi r^2 \mu m_p n(r) dr$

$$M_{total} = -\frac{kT(r)r}{\mu m_p G} \left(\frac{d \ln n(r)}{d \ln r} + \frac{d \ln T(r)}{d \ln r} \right)$$



半径に対する輝度分布

ガス質量分布



全質量分布

輝度分布はA3581の方が明るくガス質量も大きい

全質量はほぼ同じになっている。

考

共通点

A3581とMKW4は全質量や温度が似ており、同じ規模の銀河団であることが判る。

相違点 1

全体的にMKW4よりも金属アバダンスがひくい。ただし、アバダンス比にはいてる。金属が速い速度で放射される原因は、型超新星の爆発だと考えられているが、型超新星で主に放出されるOやSiなどのアバダンス比もその他と似ていることから、金属が銀河団の外へ逃げたわけではないと思われる。

相違点 2

また、輝度分布やガス質量分布から、MKW4と比べて大量のガスが存在していることがわかる。同じ規模であるにもかかわらず大量のガスを含むことが、アバダンスの低さの原因になっている。

半径の大きなところで温度、アバダンス共に急激に下がっている。このことから、大量のガスは初めから銀河団内に存在していたのではなく、周囲から降ってきている可能性が示唆される。このことは、若い小さな系が成長し進化して大きな系を作るというCDM理論の描像と一致する。