

衝突銀河団 CIZA J1358.9-4750 の「すざく」による観測

加藤 佑一、中澤 知洋、Liyi Gu、西田 瑛量、牧島 一夫*(理研) (東京大学大学院)

Abstract

2つの銀河団がお互いの重力により引き合い衝突している銀河団のことを衝突銀河団という。衝突が初期の銀河団の観測例は少なく、現在知られているものは Abell399-401、Abell222-223 だけである。我々は、銀河面近くに最近発見された初期衝突銀河団の候補天体 CIZA J1358.9-4750 を、X 線衛星「すざく」で観測した。CIZA J1358.9-4750 は南西と北東にそれぞれ銀河団がある。それらが衝突しているかどうかを調べるため、それぞれ銀河団の領域とその2つを結ぶ領域を2つに分け、計4つの領域の解析を行った。南西と北東の銀河団のそれぞれの赤方偏移と温度をみると南西の赤方偏位は0.081、一方北東のほうは0.074であり、温度はそれぞれ6.1 keV, 4.8 keVであった。さらにそれらを結ぶ領域の温度を調べて平均してみると7.7 keV程度になった。この温度は北東と南東の銀河団よりも高くなっており、2つの銀河団が衝突することより起きた衝撃波によるものだと考えられる。これらの事実から、北東と南西にある2つの銀河団は、衝突の初期の段階にあるものと考えられる。

1 Introduction

銀河団とは50~1000個程度の銀河が重力によって閉じ込められた構造のことを指す。その質量は1%が銀河、9%が銀河間ガス (Intra-cluster medium: ICM)、残り90%がDark matterから構成される。ICMとは、銀河の集団が小さな集団からより大きな集団を作るときに重力ポテンシャルが開放され、衝撃波が発生し、それにより熱せられて温度が高くなって、プラズマにされたガスのことを指す。ICMはほとんどが水素とヘリウムから成り、太陽の3分の1程度の重元素が含まれている。温度が高いために熱的制動輻射によりX線を放っている。ICMにより銀河団のX線による観測は非常に有効な手段となっている。

大規模構造の階層的な成長に伴って、銀河団同士が衝突し、より大型な銀河団が形成される。典型的な銀河団同士の衝突速度はおよそ2000 km/sであり、衝突に伴い解放される重力エネルギーが 10^{64} erg以上にも及び、ビックバンに次いで、大きなエネルギー解放が起きる。このエネルギー解放はICMを加熱するが、同時に衝撃波を発生させ、粒子の加速や磁場の増幅を引き起こす。しかし、衝突の過程でどこでどれだけ加熱が発生するのか、非熱的エネルギーの解放がどれだけ起きるかなど、基礎的なことは分かっ

てない。

これを知るには、衝突中の銀河団をX線で観測し、加熱と加速の様子を探るのがよい。特に最も速度差の大きい衝突初期の銀河団が望ましいことから、衝突初期の銀河団は観測対象として重要である。ところが、その観測例は少なく、現在はAbell399-Abell401, Abell222-Abell223のペアしか知られていない。我々は、銀河面近くの銀河団カタログCIZAの中から、2つの銀河団が接近しているように見える、CIZA J1358.9-4750に着目した。「すざく」衛星でこれを詳細に観測し、衝突の様子を調べた。

2 Observation and data reduction

観測日時は2013年1月21日から2013年1月23日であり、Exposureの時間は61.7 ksである。この観測データにより得られたイメージが図1である。南西と北東の銀河団とそれを結ぶブリッジ領域を明瞭に捉えた。

まずCIZA J1358.9-4750には図1の南西と北東の銀河団の領域を解析し、その後、2つの銀河団がブリッジ領域で衝突しているかどうかを調べるために2つの銀河団を結ぶ領域を2つに分け、計4箇所の

解析を行った。

CXB、NXB を取り除くために、CXB に対しては図 1 中の領域で天体からはずれた所でも同じ CXB を持っていると考え、そこから得られたスペクトルを CXB として用いた。NXB に対しては夜の地球を観測と xisnxbgen を用いた。また CCD カメラの応答関数を用意するために xissimarfgn, xisrsmfgn を用いた。

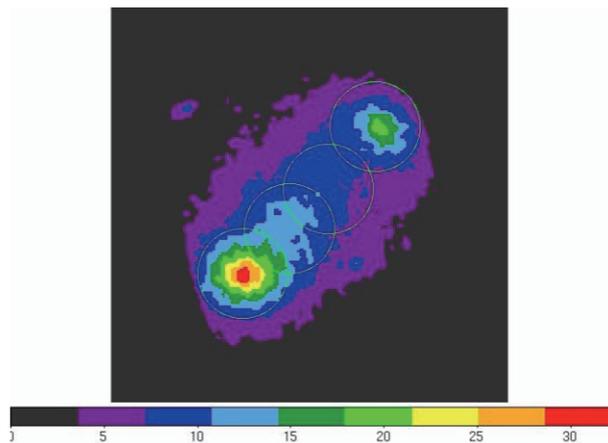


図 1: CIZA J1358.9-4750 の 0.5-10 keV エネルギー帯域における XIS によるイメージ図。南西と北東、それを結ぶ領域を 2 つに分け、緑色の円内のスペクトルをそれぞれ抽出した。

3 Spectral Analysis

南西、北東の領域だけでなく、中間領域でも明るく、良い統計データを得ることができた。図 2 がそれぞれの領域で得られたスペクトルである。6.7 keV 付近に鉄の K 線を見ることができる。

得られたスペクトルを解析するために、スペクトルを collisional ionization equilibrium (CIE) plasma による熱放射だと考え、APEC モデル (smith et al.2001) を用いてモデルフィッティングを行った。Table1 がモデルフィッティングによって得られた温度、Redshift、アバダンスの値である。

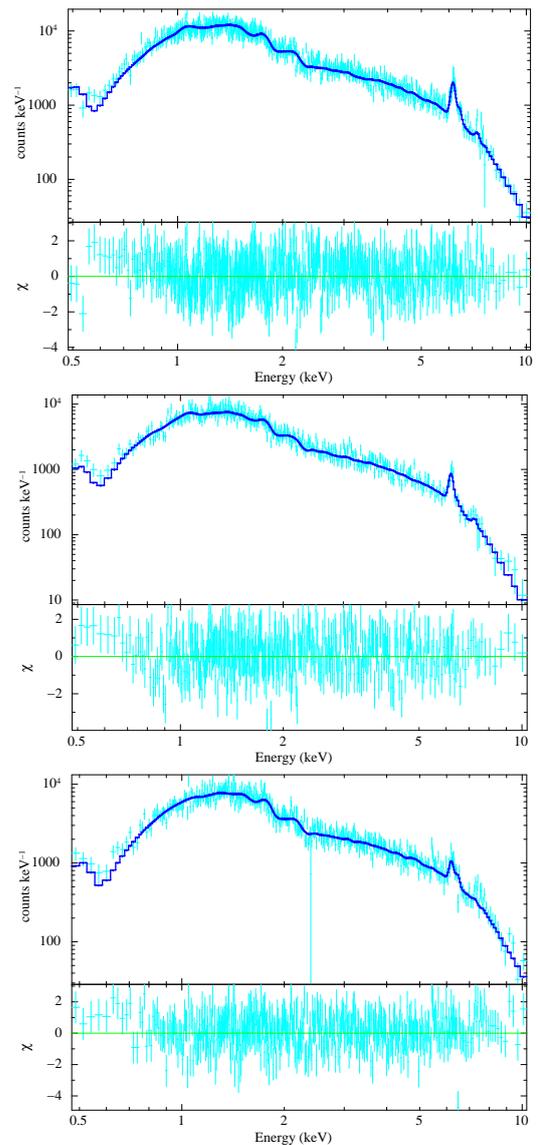


図 2: 順に南西、北東、南西付近の中間領域から得られたスペクトル。青の実線はモデルフィッティングにより、描かれたもの。

4 Discussion

Table1 より南西の銀河団の方が北東の銀河団よりも大きくなっている。

可視光による CIZAJ1358.9-4750 の Redshift は 0.074 であり、ハッブル定数を 70 km/s/Mpc とすると、地球からの距離は ~32 Mpc となる。さらに、そこから南東と北西の銀河団の距離を計算すると ~

	温度 (KeV)	アバダンス
南西	6.1(± 0.2)	0.39(± 0.06)
北東	4.8(± 0.2)	0.27(± 0.07)
南西中間	8.2(± 0.5)	0.28(± 0.08)
北西中間	7.5(± 0.5)	0.27(± 0.08)
	Redshift	² /d.o.f
南西	0.081(± 0.002)	605/608
北東	0.074(± 0.004)	407/375
南西中間	0.076(± 0.005)	475/439
北西中間	0.070(± 0.006)	385/347

表 1: それぞれの領域における。温度、太陽系内を 1 としたときのアバダンス、Redshift の値

0.62Mpc となった。さらに 2 つの銀河団の Redshift の差から衝突速度は 2100km/s となった。

南西と北東に比べてその 2 つを結ぶ領域の温度が明らかに高くなっていることが分かる。銀河団の衝突に際に衝撃波が発生し、それにより ICM が加熱されたため。これは数値シミュレーションの衝突初期の予想 (Takizawa et al.2008) と一致する。これにより 2 つ銀河団の衝突が示唆される。

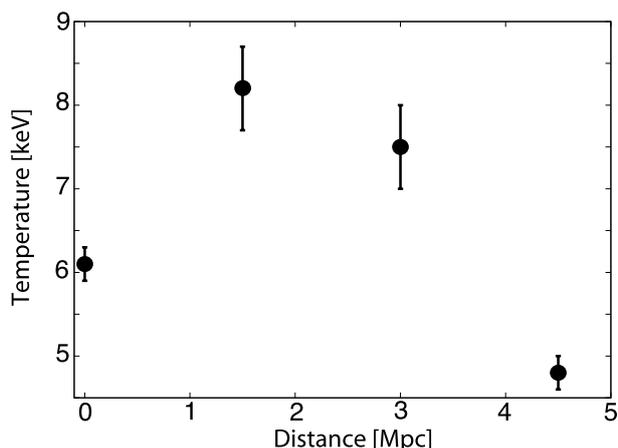


図 3: 南西中心からの距離と温度の関係

5 Conclusion

CIZAJ1358.9-4750 は南西と北東に 2 つの銀河団があり、初期の衝突をしている。今後、この天体のさらなる観測、解析により銀河団の衝突による加熱や

非熱的なエネルギー開放などの解明に進展を期待したい。

Reference

- Smith et al.(2008)
- Takizawa et al.(2008)
- Sakelliou & Ponman et al.(2004)
- Fujita et al.(2008)