

すざく衛星による 1E0102.2-7219 観測中に検出されたトランジェント天体

武井 大¹, 辻本 匡弘^{1,2}, 北本 俊二¹, 森井 幹雄¹, 海老沢 研³, 前田 良知³, Eric Miller⁴
¹Rikkyo University, ²Pennsylvania State University, ³ISAS/JAXA, ⁴Massachusetts Institute of Technology
 takei@stu.rikkyo.ne.jp

Abstract

我々は X 線天文衛星 Suzaku による超新星残骸 1E0102.2-7219 (E0102) の観測中にトランジェント天体を発見した。この天体は本観測において約 10^{-11} erg s⁻¹cm⁻² もの強度で検出され、1 日の観測中にも減光していた。他の衛星と Suzaku により同領域を観測した約 200 のデータを調べたがこれほど強い強度の天体は検出されておらず、今回の観測時に極めて稀なバーストを起こしたと考えられる。スペクトルは約 72eV の黒体放射モデルとヘリウム様酸素イオンによる光学厚 1 程度の吸収により近似され、天体の半径は約 10^8 cm と見積もられた。以上の結果より、この天体は白色矮星の中でも Super soft source と呼ばれる一群の天体と X 線の性質が類似することが分かった。以下では上記の結果を提示して、新たに発見された天体の性質について議論する。

1. Introduction

Suzaku は搭載された検出器の較正を行うために、小マゼラン雲にある E0102 の観測を数多く行っている (Table 1)。その中で 2005 年 8 月 31 日に観測された XIS のデータよりトランジェント天体を発見した。以下ではこの天体に関する解析結果を示し、天体の性質について議論する。

Table 1. Suzaku observation log

Sequence number	Start date	t_{exp} (ks)
100001020	2005-08-13	4
100014010 [†]	2005-08-31	24
100044010	2005-12-16	111
100044020	2006-01-17	42
100044030	2006-02-02	21
101005010	2006-04-16	22
101005020	2006-05-21	19
101005030	2006-06-26	22
101005040	2006-07-17	22
101005050	2006-08-25	49
101005060	2006-09-19	11
101005070	2006-10-21	37
101005090	2006-12-13	28
101005100	2007-01-15	24

^{*} Averaged exposure time of operating CCDs.
[†] The transient source was detected during this observation.

2. Results

2.1. X-ray Image

Fig.1 には 2005 年 8 月 31 日に観測した XIS による (a) 0.2-2.0, (b) 2.0-12.0 keV の X 線イメージを示す。発見されたトランジェント天体は XIS 視野の端にあり、位置を特定するのは非常に困難である。我々は XISSIM (Ishisaki et al. 2007) を用いてシミュレーションを行い、実際のデータと比較する事で、天体が存在する位置を推定した。その結果 (R.A., Dec.) = (01h05m49s, -72d07m26s) と (R.A., Dec.) = (01h05m48s, -72d06m57s) という 2 つの解 (Pos. A, Pos. B) が存在した。この天体を Suzaku J0105-72 と呼ぶことにする。

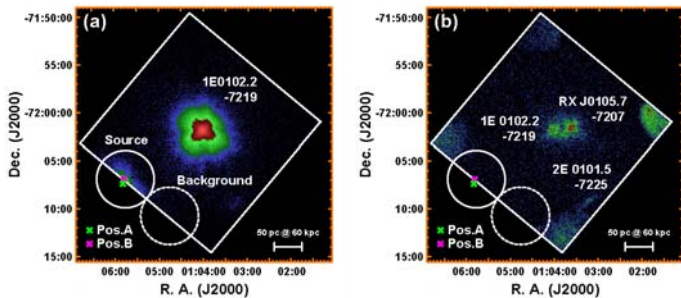


Fig.1. Suzaku XIS Images in the (a) 0.2-2.0 and (b) 2.0-12.0 keV bands (2005-08-31 Obs.).

2.2. Temporal Analysis

Fig.2 には XIS によるエネルギーバンド 0.2-2.0 keV の X 線光度曲線を示す。Suzaku J0105-72 の X 線強度は観測中に有意に減光している。

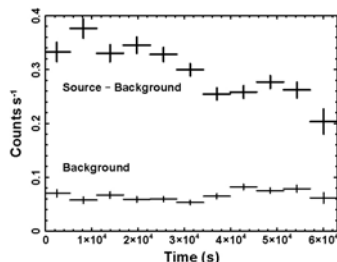


Fig.2. Suzaku XIS light curves with a bin size of 5760 s. Events taken with the four XIS in 0.2-2.0 keV were merged

References

- Ebisawa, K., et al. 2001, ApJ, 550, 1007
 Heise, J., van Teeseling, A., & Kahabka, P. 1994, A&A, 288, L45
 Ishisaki, Y., et al. 2007, PASJ, 59, 113

2.3. Spectrum

XIS によるスペクトルとベストフィットパラメーターを Fig.3 と Table 2 に示す。始めは黒体放射モデルによるフィッティングを行ったが、残差が大きいため吸収モデルを加えると約 0.74 keV のエネルギーに吸収構造が存在する結果を示した。これはヘリウム様酸素イオンの吸収により生じる構造と推定される。推定される天体位置により強度は 2 倍ほど異なる。

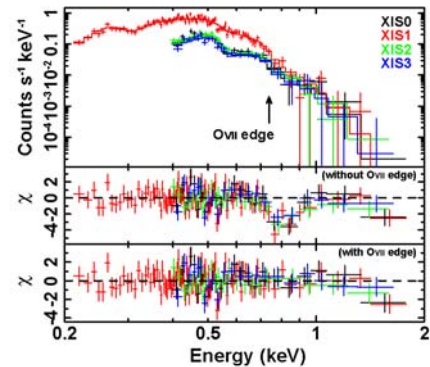


Fig.3. XIS spectrum and the best-fit model of Suzaku J0105-72

Table 2. Best-fit parameters of the fitting model

Components	Par.	Units	Values (at pos. A) [*]	Values (at pos. B) [*]
Absorption	N_{H}	(cm ⁻²)	$4.87_{-0.42}^{+0.42} \times 10^{20}$	$4.86_{-0.42}^{+0.42} \times 10^{20}$
Blackbody	$k_{\text{B}}T$	(eV)	$71.6_{-2.0}^{+2.0}$	$71.6_{-2.0}^{+2.0}$
	F_{X}^{\dagger}	(erg s ⁻¹ cm ⁻²)	$3.13_{+0.11}^{+0.11} \times 10^{-11}$	$1.43_{-0.08}^{+0.08} \times 10^{-11}$
	L_{X}^{\dagger}	(erg s ⁻¹)	$1.35_{+0.05}^{+0.05} \times 10^{37}$	$6.14_{-0.37}^{+0.37} \times 10^{36}$
Edge	E	(keV)	$0.74_{-0.02}^{+0.02}$	$0.74_{-0.02}^{+0.02}$
	τ		$1.22_{-0.52}^{+0.52}$	$1.22_{-0.52}^{+0.52}$
Constant	XIS0		$0.98_{-0.07}^{+0.07}$	$1.00_{-0.07}^{+0.07}$
	XIS1		1.00 (fixed)	1.00 (fixed)
	XIS2		$0.81_{-0.06}^{+0.06}$	$0.94_{-0.07}^{+0.07}$
	XIS3		$0.98_{-0.07}^{+0.08}$	$1.05_{-0.08}^{+0.08}$
$\chi^2/\text{d.o.f.} (\chi^2_{\text{red}})$			187.13/161 (1.16)	187.29/161 (1.16)

^{*} The uncertainties are for the 90% confidence range.

[†] Flux and luminosity is estimated in a range of 0.2-2.0 keV. The distance to the SMC (60 kpc) is assumed to derive the luminosity.

3. Discussion

まず我々は Einstein, ROSAT, ASCA, Beppo-SAX, Chandra, XMM-Newton による約 200 個の同じ領域のデータを調べた。XIS から推定される位置の誤差範囲内には 2 つの候補天体 (A, B) が存在した。それぞれの天体について Chandra のデータを解析すると、どちらも 5keV 以上まで X 線が検出されており (Fig.4)、Suzaku J0105-72 と異なるスペクトルを持つ。さらに巾型のスペクトルを仮定すると星間吸収も 2 倍以上の値である事が明らかとなった。これより Suzaku J0105-72 はこれらの天体とは別の X 線源であると予想される。

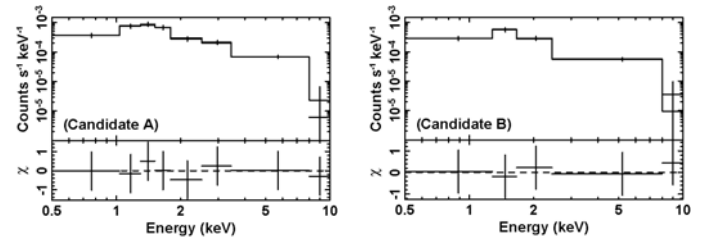


Fig.4. ACIS-I spectrum and the best-fit model of neighboring sources A and B

Suzaku J0105-72 のスペクトルは極めて温度の低い約 72eV の黒体放射とヘリウム様酸素イオンの吸収により表され、これは白色矮星の中でも Super soft source と呼ばれる一群の天体と X 線の性質が類似する。酸素の吸収構造は白色矮星の周りに大気が存在する事を示し (Heise et al. 1994)、ヘリウム様酸素イオンと水素様酸素イオンの吸収構造を比較すると、Ebisawa et al. (2001) より温度は約 50-60eV と推定できる。さらにネオンと酸素の吸収構造を比べると、太陽組成比と比べて酸素が非常に多い大気が存在する事が予想出来る。