

XMM-Newton衛星による Supersoft Source CAL87 の観測

武井 大¹, 海老沢 研², 辻本 匡弘^{3,4}, 北本 俊二¹, 森井 幹雄¹

¹Rikkyo University, ²ISAS/JAXA, ³Pennsylvania State University, ⁴Chandra Fellow
takei@stu.rikkyo.ne.jp

Abstract

CAL87はEinstein衛星のX線サーベイ(Long et al. 1981)により大マゼラン雲で発見された、Supersoft Source(以下、超軟X線天体)と呼ばれる一群に属する白色矮星連星系である。可視光の観測から、本天体は約10.6時間の周期と蝕を持つ事が確認されている(Alcock et al. 1997)。1996年にはASCA衛星を用いたCAL87の観測が行われ、降着円盤コロナ(ADC)モデルからX線放射機構についてさらに詳しい解釈が成された(Ebisawa et al. 2001)。我々は2003年4月にXMM-Newton衛星を用いてCAL87の観測(約79ksec)を行った。高いエネルギー分解能を持つ分散分光器(RGS)のスペクトルからは、ASCA衛星では発見出来なかった窒素や酸素、鉄などの多くの輝線が確認された。さらに集光力の高いCCDカメラ(EPIC)の光度曲線からはADC天体特有の広くて浅い蝕が確認され、X線の蝕は可視光の蝕から約0.022周期分ずれている事が確認された。以下では主にXMM-Newton衛星の観測データから導かれるCAL87のX線放射機構について議論する。

1. Introduction

CAL87は白色矮星連星系で広がったAccretion Disk Corona (ADC)がX線を出している“ADCソース”と考えられている(Fig1参照)。伴星は蝕の時間帯も広がった放射領域を隠しきれず、CAL87の光度曲線は広くて浅い蝕を持つ。ASCA衛星の観測結果もCAL87がADCソースである事を裏付けた(Ebisawa et al. 2001)。

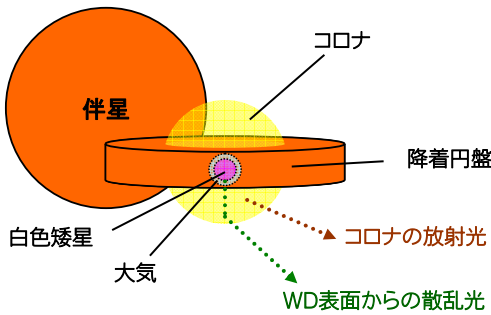


Fig.1. ADCソースモデル

2. Results

我々は2003年4月18日にXMM-Newton衛星を用いてCAL87を観測した(約79ksec, Obs.ID=135250101)。

Fig.2にはXMM-Newton搭載X線CCDカメラ(EPIC-PN)より得られたCAL87周辺のX線イメージを示す。EPICの解析ではS/N値が最も高くなる様に領域を選択して使用した。

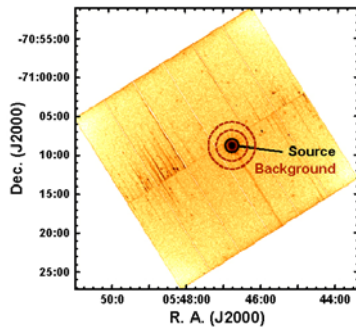


Fig.2. CAL87イメージ (EPIC-PN)

2-1. Temporal Analysis

Fig.3はXMM-Newton衛星搭載EPIC検出器(MOS1+MOS2+PN)によるエネルギーバンド0.2-1.5keVのX線光度曲線を示す。このような幅が広く、浅い蝕を持つライトカーブはまさにADCモデルによって説明できる。

CAL87は約10.6時間の周期が可視光観測より明らかとなっているが(Alcock et al. 1997)、可視光とX線の光度曲線を比較すると蝕の中心が約0.022周期分ずれている事が判明した(Fig.3)。またX線の光度曲線にも、蝕と別に減光する期間がみられる。

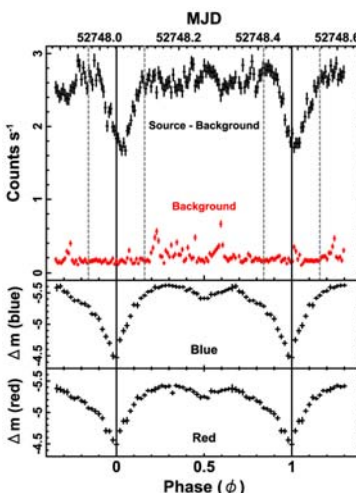


Fig.3. CAL87の光度曲線比較(X線と可視光)
可視光データは Alcock et al. 1997 より転載

2-2. Spectrum Analysis

Fig.4はASCA衛星搭載X線CDカメラ(SIS)と、XMM-Newton衛星搭載X線CCDカメラ(EPIC-MOS, EPIC-PN)によるスペクトルを示す。X線CCDのエネルギー分解能では個別の輝線や吸収線を分解する事が出来ず、黒体放射と吸収線モデルで説明出来るように見える。

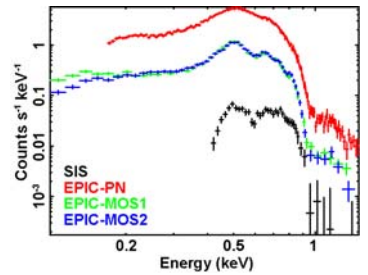


Fig.4. X線スペクトル (SIS,EPIC)

一方、高いエネルギー分解能を持つXMM-Newton衛星搭載分散分光器(RGS)のスペクトル(Fig.5)からは、沢山の輝線が確認された。これは光学的に薄い領域(おそらくコロナ)からX線が放射されていると考えられる。

RGSよりCAL87のスペクトルは窒素や酸素、鉄の輝線が豊富である事が確認された(Table 1)。以上を考慮して白色矮星表面からの黒体放射と光学的に薄い熱的プラズマモデル(vmekal)を用いてRGSとEPIC-PNのスペクトルをFitした(Fig.6)。

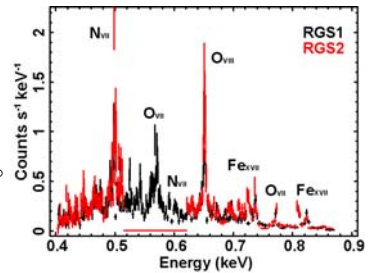


Fig.5. X線スペクトル (RGS)

Table 1. スペクトルの輝線成分

Energy(keV)	Line ID	Energy(keV)
0.4479	N _{VII} ?	(0.4307)
0.4654	C _{VII} ?	(0.4594)
0.4990	N _{VII}	(0.5003)
0.5256	N _{VI}	(0.5216)
0.5406	S _{XIV} ?	(0.5389)
0.5630	O _{VII}	(0.5611)
0.5709	O _{VII}	(0.5739)
0.5957	N _{VII}	(0.5929)
0.6512	O _{VII}	(0.6537)
0.7253	Fe _{XVII}	(0.7271)
0.7367	Fe _{XVII}	(0.7389)
0.7722	O _{VII}	(0.7746)
0.8107	Fe _{XVII}	(0.8124)
0.8230	Fe _{XVII}	(0.8258)

*<http://cxc.harvard.edu/atomdb/WebGUIDE/index.html> 参照

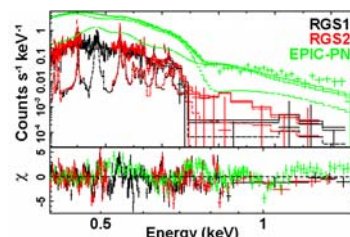


Fig.6. スペクトルFit (RGS+EPIC-PN)

3. Discussion

エネルギー分解能が高い分散分光器の観測から窒素、酸素、鉄など多くの輝線が確認され、これらは光学的に薄いコロナによるX線放射と考えられる。熱的プラズマモデルを使用してスペクトルをフィットすると温度は約0.2keVと導かれるが、残差が大きく輝線成分として光電離プラズマモデルを導入する必要があると考えられる。今後はXSTARを用いた光電離プラズマモデルと精密な白色矮星大気モデルを適用してさらに詳しく調査を行う。

References

Long, K.S., et al. 1981, ApJ, 248, 925 Alcock, C., et al. 1997, MNRAS, 287, 699
Ebisawa, K., et al. 2001, ApJ, 550, 1007
<http://cxc.harvard.edu/atomdb/WebGUIDE/index.html>