

すざく衛星搭載XISのOBFの破れの評価

○轟章太郎、北本俊二、村上弘志(立教大理)、松本浩典(名古屋大理)、林田清、常深博、中嶋大(大阪大理)、幸村孝由(工学院大) 小山勝二、鶴剛(京都大理)、森浩二(宮崎大工)堂谷忠靖、尾崎正伸、辻本匡弘、馬場彩(ISAS/JAXA)、他すざくXISチーム

Abstract

X線天文衛星「すざく」には、X線CCDカメラ4台が搭載されている。打ち上げ以降2009年12月まで3台(XIS0,1,3)は順調に動作していたが、2009年12月18日の屋地球観測時に、XIS1の端に明るい構造が現れた。微小隕石等でOBF(可視光遮断フィルター)に穴が空いたためと推測される。そこで既知のスペクトルを持つ天体を観測してその影響を評価した。その結果、2010年3月27日までは、X線観測に影響はなく汚染物質の付着量も変化していないことが判明した。

Introduction

すざく衛星(図1)にはXIS、XRS、HXDの3種類の検出器が搭載される。今回不具合が起きたのはXISで、X線CCDカメラである。このカメラの焦点面に取り付けられているCCDは、一般に可視光にも感度があるため、CCDの直前にOBFを取り付けている(図2)。このOBF表面上には、水素と炭素と酸素が主成分の汚染物質が年々付着していき、低エネルギー側の感度が劣化していることがわかっている。そのため既知のソフトなスペクトルをもつRXJ1856.5-3754等の天体をモニタ観測することで、汚染物質の付着量を求めて応答関数を補正してきた。付着量は現状11%以内の精度で再現できている。またOBFの端では汚染物質の付着量は中心付近よりも約20%少なくなっている。

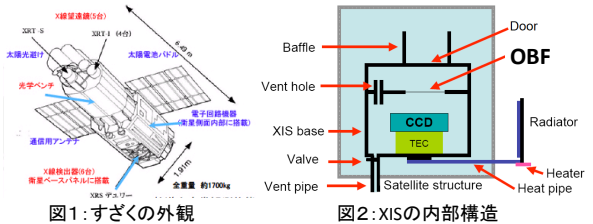


図1: すざくの外觀

図2: XISの内部構造

2009年12月18日の屋地球(太陽光の当たっている地球)観測時にXIS1の端で明るい構造が見つかり、それ以降も常に同じ位置で観測されている(図3)。この原因は微小隕石等でOBFに穴が空いたためと推測されている。ここで、回折の影響で広がった明るい構造が出来たと仮定すると、直径6.8μmの穴が空いていることになる(図4)。この場合、すざくのEncircled energy function(図5)から求めると、入射X線の約1%にしかなり影響しないことになる。一方で幾何学的な影響で広がった構造が出来たと仮定すると、直径2.28mmの穴が空いていることになり、入射X線の約47%に影響することになる。我々はX線観測への影響を評価するために、2010年3月に穴の位置と中心付近においてRXJ1856.5-3754を観測した。

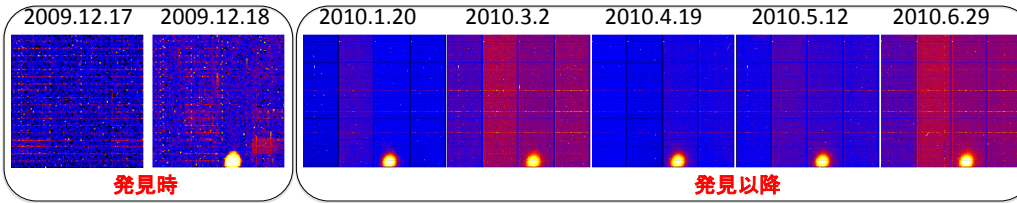


図3: 屋地球の観測データ

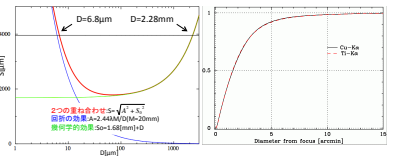


図4: ピンホール径Dとスポット径Sの関係
図5: Suzaku Encircled energy function

Result

X線観測への影響

「表1: 解析したデータ」
RXJ1856.5-3754の、観測位置や時期が異なる3つの観測データを解析した(表1)。

DATA_ID	観測時期	観測位置	観測期間
104022010	2009年10月	中心付近	43[ks]
104022020	2010年3月	中心付近	40[ks]
104022030	2010年3月	OBFの穴の位置	42[ks]

画像解析

穴の位置での画像に、明るい構造は現れなかった(図6)。

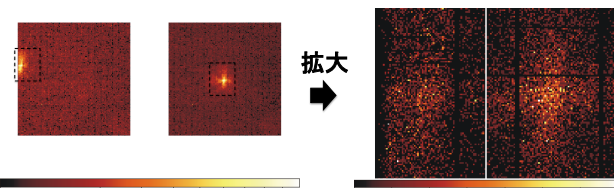


図6: DET座標でのRXJ1856.5-3754の画像 左: 8pixels 右: 1pixel

スペクトル解析

CCDの中心と端では検出効率が違うので、全体的に明るさが上下している(図7)。そこを考慮すると、スペクトルはよく似た形状をしている。形状を評価するために、穴の位置と中心付近でのスペクトルの比をとると、汚染物質の付着量の違いにのみ依存して形状が異なっていることが判明した(図7右側)。従ってスペクトルにも影響を及ぼさないことがわかった。

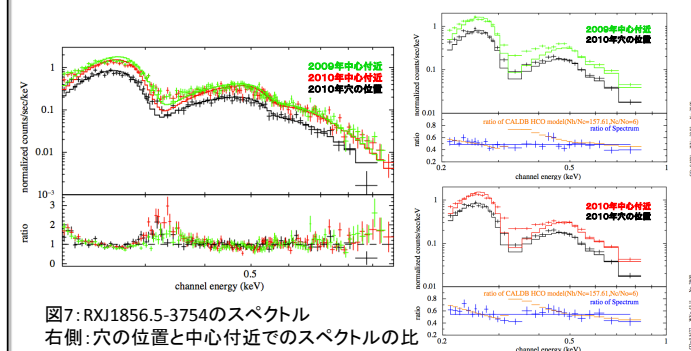


図7: RXJ1856.5-3754のスペクトル
右側: 穴の位置と中心付近でのスペクトルの比

汚染物質の変化

穴が空いたことで、汚染物質の付着量が変化する可能性がある。そのため水素と炭素と酸素の汚染物質による吸収をそれぞれ考慮してモデルフィッティングを行ない、穴があく前後の汚染物質の付着量を求めた(表2)。さらにこの結果を、2009年7月までの炭素の付着量の経年変化を示したグラフに表示した(図8)。

「表2: 汚染物質の付着量」

観測	H[10 ²⁰ atom cm ⁻²]	C[10 ¹⁸ atom cm ⁻²]	O[10 ¹⁸ atom cm ⁻²]
2010年3月穴の位置	5.09±0.35	3.29±0.08	0.74±0.15
2010年3月中心付近	7.84±0.25	4.08±0.06	0.97±0.11
2009年10月中心付近	7.07±0.23	3.79±0.05	0.85±0.10

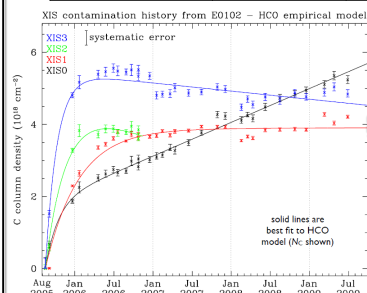


図8: 炭素の付着量の経年変化

中心付近での汚染物質の付着量の、応答関数の補正量からのずれは約7%となり、過去の観測結果と誤差の範囲内で矛盾しなかった。さらに2010年3月の穴の位置での付着量は、中心付近よりも約20%少なくなっており、こちらも過去の観測結果と矛盾しなかった。

まとめ

観測に影響がないことから、穴の大きさは直径6.8μmと考えるのが妥当であろう。現状では穴が小さいため、穴からの光漏れの効果も吸収量の急激な変化もみられなかったため、今まで通り観測をしても問題ないようである。しかしこれから先、付着量が増加したり穴が広がる可能性もあるため、引き続きモニタ観測していく必要がある。

Reference

Suzaku Technical Discription, Astro-E2 実験計画書
Beuermann et.al 2006