

Suzaku XIS Calibration Status in 2012

和田師也^{1,2}、辻本匡弘¹、林田清³、高橋宏明³、中島真也⁴、森浩二⁵、
園田拓矢⁵、富加見千代⁵、Eric D. Miller⁶、他 XIS チーム
(¹ISAS/JAXA、²東京大学、³大阪大学、⁴京都大学、⁵宮崎大学、⁶MIT)
wada@astro.isas.jaxa.jp



Introduction

すざく衛星搭載 X 線 CCD カメラ XIS (X-ray Imaging Spectrometer) は、2005年の打ち上げ以来、徐々にその性能が変化しており、それに追従する calibration の努力が継続されている。本講演では 2012年に行われた calibration の結果を報告する。特に (1) Contamination の化学組成および空間分布の経年変化モデルの改訂、(2) Energy gain および resolution を再現する parameter の改訂、(3) XIS1 の charge injection (CI) の変更に伴うバックグラウンドのカウントレートの増加、などについて報告する。

1. Contamination

X 線 CCD カメラの表面には時間の経過とともに有機化合物が附着しており、これが汚染物質 (contamination) として特に低エネルギー側の較正精度に影響を及ぼすことが知られている。図1は超新星残骸 Cygnus Loop の観測データである。

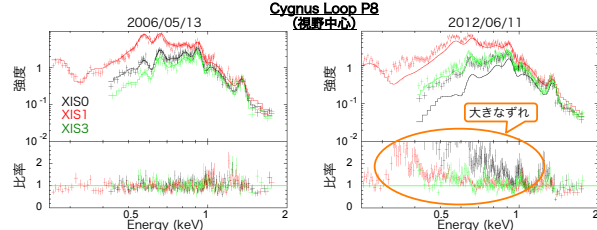


図1. Contamination のモデル (20091201版) を用いてレスポンスを作成してフィットした 2006年5月の観測データ (左) と、同じパラメータを用いてプロットした 2012年6月の観測データ (右)。

この影響を補正するため XIS チームでは3つの較正用天体、ブレーザー PKS2155、中性子星 RXJ1856、超新星残骸 E0102、および星地球の定期的な観測から CCD カメラに附着した contamination の量を時間の関数としてモデル化を行ってきた。

<視野中心のモデル>

従来のモデルでは contamination の組成として H, C, O を考え、これらの比率が一定であるという仮定のもとにモデルを作っていた。しかし今回の改訂では組成比も時間変化するとし、また XIS1 については N を組成のひとつとして新たに加えることによりモデルの改良を行った。

<空間分布のモデル>

星地球の観測からN輝線とO輝線のフラックスを求め、視野中心に対するフラックスの比から contamination の量を中心からの距離の関数としてモデルを作成した。

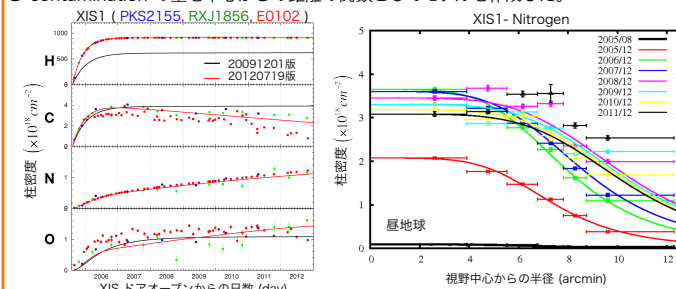


図2. XIS1 における視野中心での各元素の contamination の経年変化 (左) と、XIS1 の N の空間分布の経年変化 (右)。

従来の contamination のモデルと今回のモデルを使ってレスポンスをそれぞれ作成し、較正用天体の実際の観測データを用いて比較した結果を図3に示す。PKS2155、RXJ1856 では視野中心の contamination、Cygnus Loop では空間分布の補正の結果を確認した。ほとんどの検出器・領域において 0.3~0.6 keV での残差の改善が見られるが、XIS3 については観測時期により残差が増える場合もある。今回改訂した contamination のモデルは 2012/09/02 以降にリリースされた CALDB を用いることで使用することができる。

<従来の contamination モデル>

<改訂した contamination モデル>

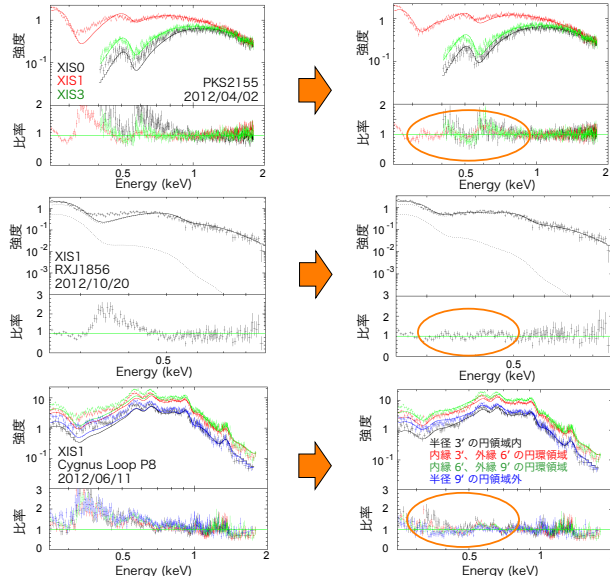


図3. (上) (中) 視野中心における contamination の補正前後での比較。 (下) 空間分布の比較。

2. Energy gain & Resolution

Energy gain の補正は makepi ファイルによって行う。最新版の makepi では 1/4 window option, 1/8 window option での観測における gain を normal mode での gain に近づけるように補正をする。しかし 20111227版の makepi では、2011年12月29日以降の XIS0, XIS3 のデータにこの補正が適用されず、20111018版の gain table が反映されてしまう不具合が見つかった。

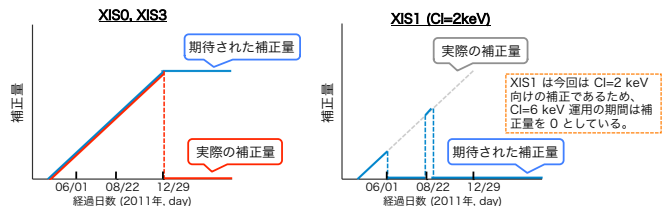


図4. 20111227版の makepi に期待された補正量と実際の補正量

20120527 版の makepi で改訂を行いこの不具合を修正した。2012/07/03 以降にリリースされた CALDB を使用することでこの更新が適用される。

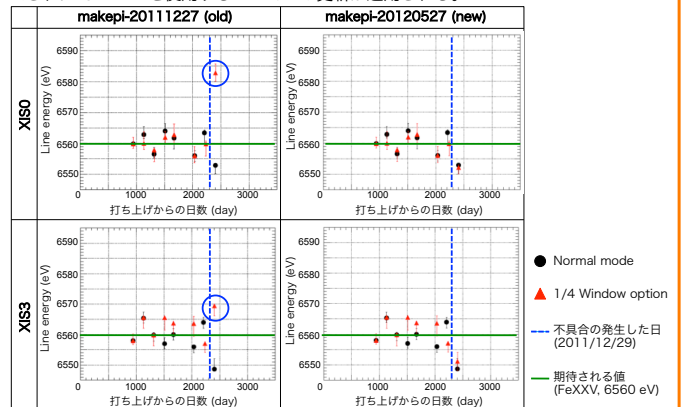


図5. 20111227版と 20120527版それぞれの makepi を用いた場合の Perseus cluster の観測による FeXXV 輝線のエネルギーの比較

3. CI=6keVでのバックグラウンドの増加

CCD カメラは宇宙線によるダメージにより電荷トラップが増え、電荷転送効率が低下してしまう。すざく衛星では 2006年10月より Spaced-row Charge Injection (SCI) を行ってきた。CCD に周期的に電荷を注入すること (Charge Injection:CI) により電荷転送の効率を下げる電荷トラップを埋め、エネルギー分解能を改善することができる。CI量は XIS0 と XIS3 は 6keV、XIS1 は 2keV 相当であったが、XIS1 においては 2keV のままと性能の低下が見られたため 2011年6月から他の検出器と同様の 6keV 相当に増やし性能を回復させた。しかし XIS1 での CI 量を変更したことにより、これまで問題とならなかった CI 行の2つ後の行 (second trail row) での電荷漏れがバックグラウンドのカウントレートの増加をもたらした。

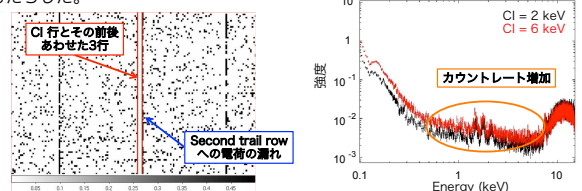


図6. Second trailing row を除去する前の XIS1 の NXB のイメージの拡大図とスペクトル。これを補正するために second trailing row の除去を行った。その結果 0.4~7.0 keV におけるバックグラウンドのカウントレートが CI=2 keV のときとほぼ一致した。

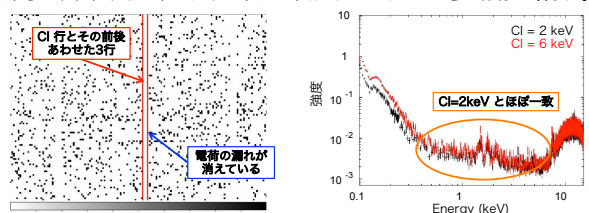


図7. Second trailing row を除去した後の XIS1 の NXB のイメージの拡大図とスペクトル。Second trailing row は default では除去されない。除去したい場合には http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/suzaku/analysis/nxb_ci6kev.html のページを参照していただきたい。