

# Suzaku XIS Calibration Status in 2015



楠絵莉子<sup>1,2</sup>、辻本匡弘<sup>1</sup>、和田師也<sup>1,2</sup>、水本岬希<sup>1,2</sup>、山崎廣樹<sup>1,2</sup>、堂谷忠靖<sup>1</sup>、勝田哲<sup>1</sup>、  
中島真也<sup>1</sup>、森浩二<sup>3</sup>、磯田依里<sup>3</sup>、坂田美穂<sup>3</sup>、羽生智文<sup>3</sup>、横山聖真<sup>3</sup>、林田清<sup>4</sup>、上司文善<sup>4</sup>、  
井上翔太<sup>4</sup>、五十嵐宣孝<sup>4</sup>、村上弘志<sup>5</sup>、Eric D. Miller<sup>6</sup>、他 XIS チーム  
(<sup>1</sup>ISAS/JAXA、<sup>2</sup>東京大学、<sup>3</sup>宮崎大学、<sup>4</sup>大阪大学、<sup>5</sup>東北学院大学、<sup>6</sup>MIT)  
kusunoki@astro.isas.jaxa.jp



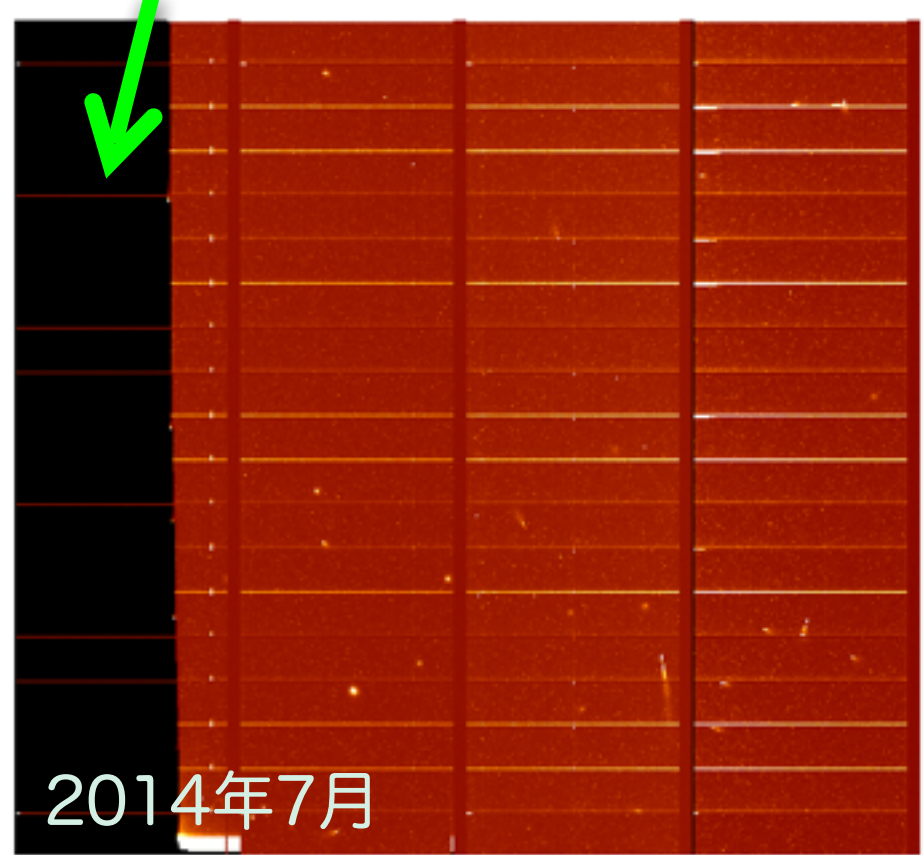
## Introduction

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、多くの観測業績をあげ2015年に運用を終了した。今後も引き続き観測データの解析を進めていくことから、現在 XIS チームでは processing および calibration の最終版を整備している。本講演では、2015年に行われた calibration について報告する。特に (1) XIS0, 3 の欠損領域が拡大したことへの対処; (2) XIS0 の擬似電荷によるテレメトリ飽和が起きた場合の対処; (3) non X-ray background (NXB) に対する noisy pixel map の公開と解析への影響; (4) 10 keV 以上のエネルギー帯域における較正精度の評価について説明する。

## (1) XIS0, 3 欠損領域の拡大

XIS では、これまでに微小隕石の衝突が原因と思われる電荷漏れがたびたび生じ、観測ができない欠損領域が発生していた。2006年11月には既に XIS2 のほぼ全域が破損しており、さらに2009年6月には XIS0 で Segment A の一部が欠損した。そして2014年以降、新たに XIS0 の欠損領域が拡大し、XIS3 でも欠損領域が発生していることが明らかになった。

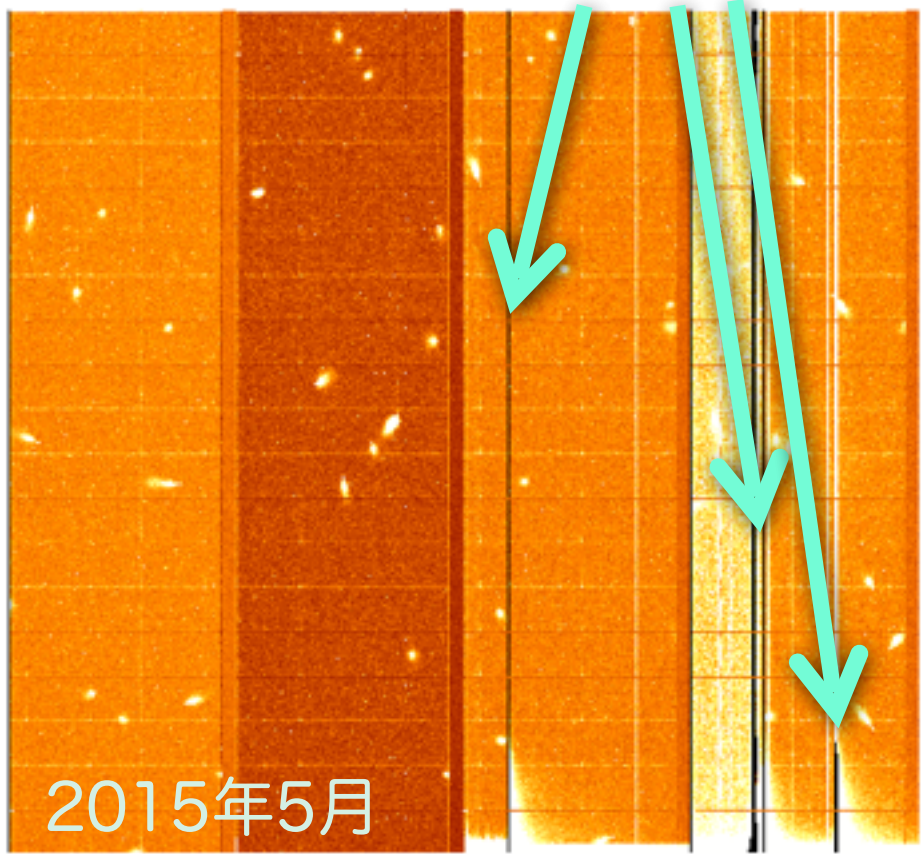
### 2014年4月に欠損拡大



### XIS0

- 軌道上でデータを（一部領域を残し）捨てる処理の実行。
- 電荷漏れに伴い、電荷転送効率の低下を防ぐための注入電荷 (charge injection; CI) が実効的に増加して、転送効率の変化が見られていたが、これを補正するための較正ファイル (CALDB) は2014年12月にリリース済み。  
\* [http://www.astro.isas.ac.jp/suzaku/caldb/doc/xis/ReleaseNote\\_20141224.pdf](http://www.astro.isas.ac.jp/suzaku/caldb/doc/xis/ReleaseNote_20141224.pdf)
- 現在は2015年1月以降の観測に対する CALDB を更新作業中。

### 2015年5月に欠損



### XIS3

- ユーザ自身が欠損領域を除いて解析を行うことで、正常な解析を行うことが可能。
- この事案に伴う転送効率の変化は見受けられていない。  
《すざくメモ》[http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/doc/suzakumemo/suzaku\\_memo\\_2015-04.pdf](http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/doc/suzakumemo/suzaku_memo_2015-04.pdf)

図1. XIS0 (上) と XIS3 (下) の最終的なフレームデータイメージ。それぞれ左から順に Segment A, B, C, D となっている。

## (2) XIS0 の擬似電荷によるテレメトリ飽和

2015年3月11日以降、XIS0 のデータの一部で、カウントが不自然に低くなる現象がたびたび見受けられた。これは、不自然な電荷の漏れ出しが CI 行付近で起きて、それが擬似イベントとしてテレメトリを圧迫し、テレメトリが飽和してX線イベントの一部を地上に降ろすことができなくなっているためであることが判明した。

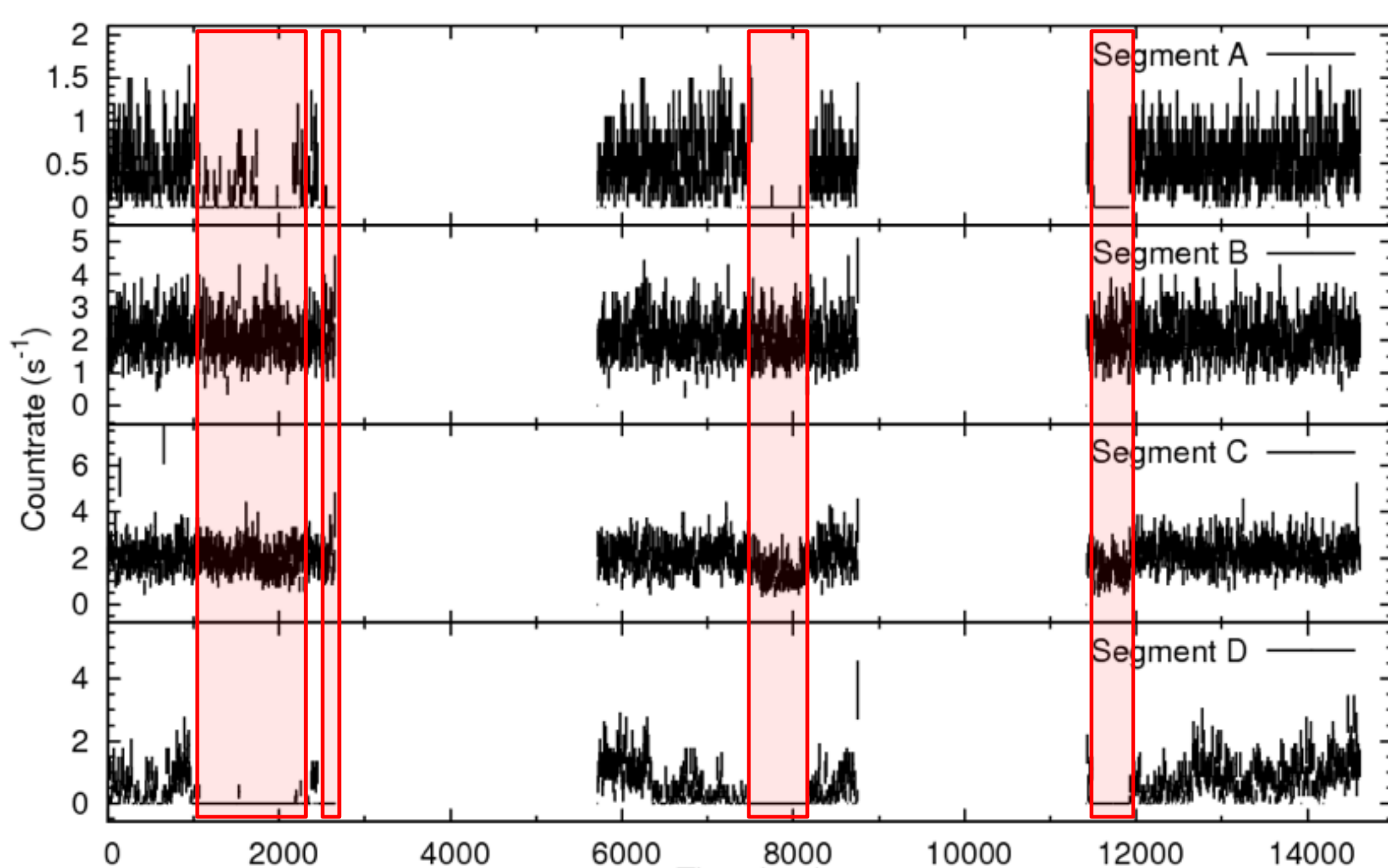


図2. 超新星残骸 Cygnus Loop (ID=109004020) の Segment 毎に描いたライトカーブ。赤で囲った時間帯でテレメトリ飽和が起きており、Segment A や D でもカウントが0に貼りついてしまっている。

- ユーザ自身がテレメトリ飽和が起きている時間帯を取り除くことで、正常な解析を行うことが可能（ただし露光時間は短くなる）。
- \* 解析レシピ、スクリプト→ [http://www.astro.isas.ac.jp/suzaku/analysis/xis/xis0\\_area\\_discriminaion3/](http://www.astro.isas.ac.jp/suzaku/analysis/xis/xis0_area_discriminaion3/)  
《すざくメモ》[http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/doc/suzakumemo/suzaku\\_memo\\_2015-05.pdf](http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/doc/suzakumemo/suzaku_memo_2015-05.pdf)

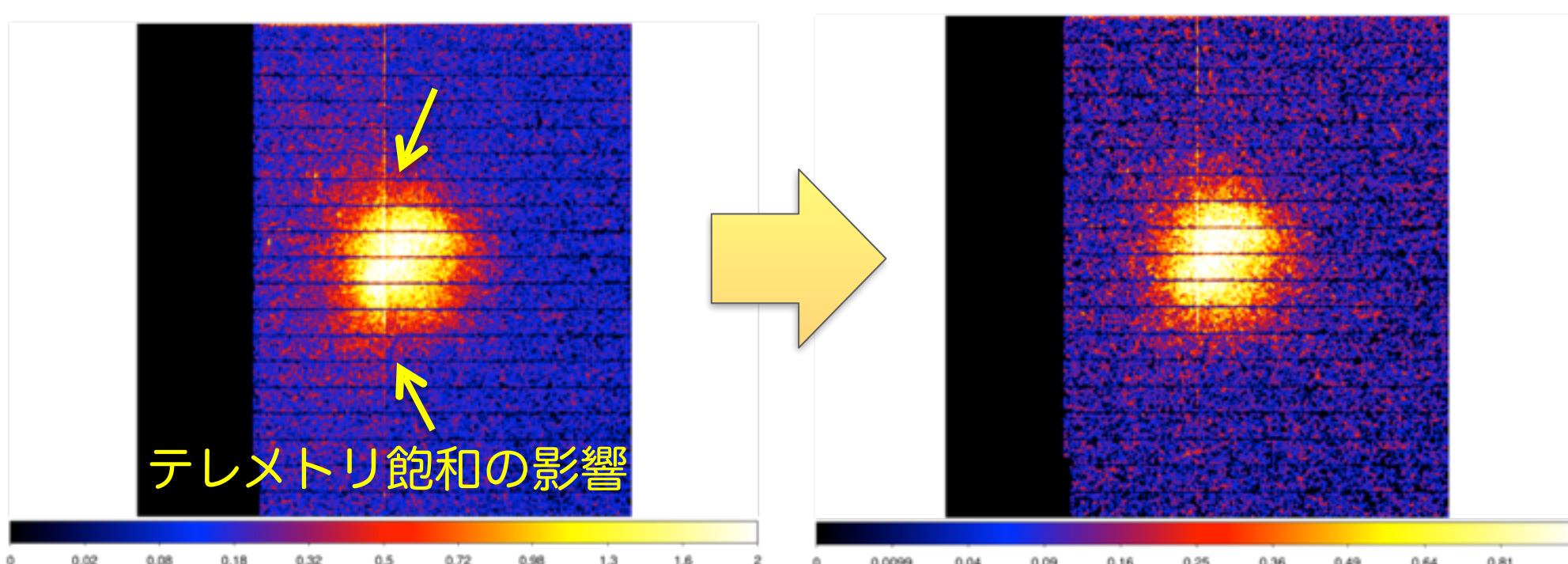


図3. テレメトリ飽和した時間帯を取り除く前後の、超新星残骸 W49B (ID=509001040) イメージ。

## (3) NXB に対する noisy pixel map の公開

近年の XIS では、夜地球データから見積もられる検出器由来のバックグラウンド (non X-ray background; NXB) の再現性が低下し、特に 1 keV 以下で顕著に過小評価されている傾向にあった。つまりこれは、通常観測においては夜地球よりもデータの積分時間が1桁程度も短く、経年劣化で急増していた flickering pixel の統計処理による除去に見過しが起こっていることに対応する。該当する flickering pixel は“noisy pixel”と称される。バックグラウンドが無視できるほど明るい天体の解析においては問題ないが、暗く広がった天体に対しては正しく解析するためにこれを除去することが有効である。その結果として、特に低エネルギー側で S/N の向上が見込まれる。

- 現在は、公開されている noisy pixel map の region ファイルを使用して除去することが可能。  
\* ファイル、解析レシピ→ [http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/analysis/xis/nxb\\_new/](http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/analysis/xis/nxb_new/)
- 最終的には CALDB (fits) としてリリースを予定。
- 適用すると XIS1 では有効面積が 6.5% 減少する。
- 除去した結果は ARF にも反映される。
- 解析を行うユーザ自身で noisy pixel を除去するかどうかについて選択できる。  
\* 解析レシピ→ [http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/analysis/xis/nxb\\_new2/](http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/analysis/xis/nxb_new2/)

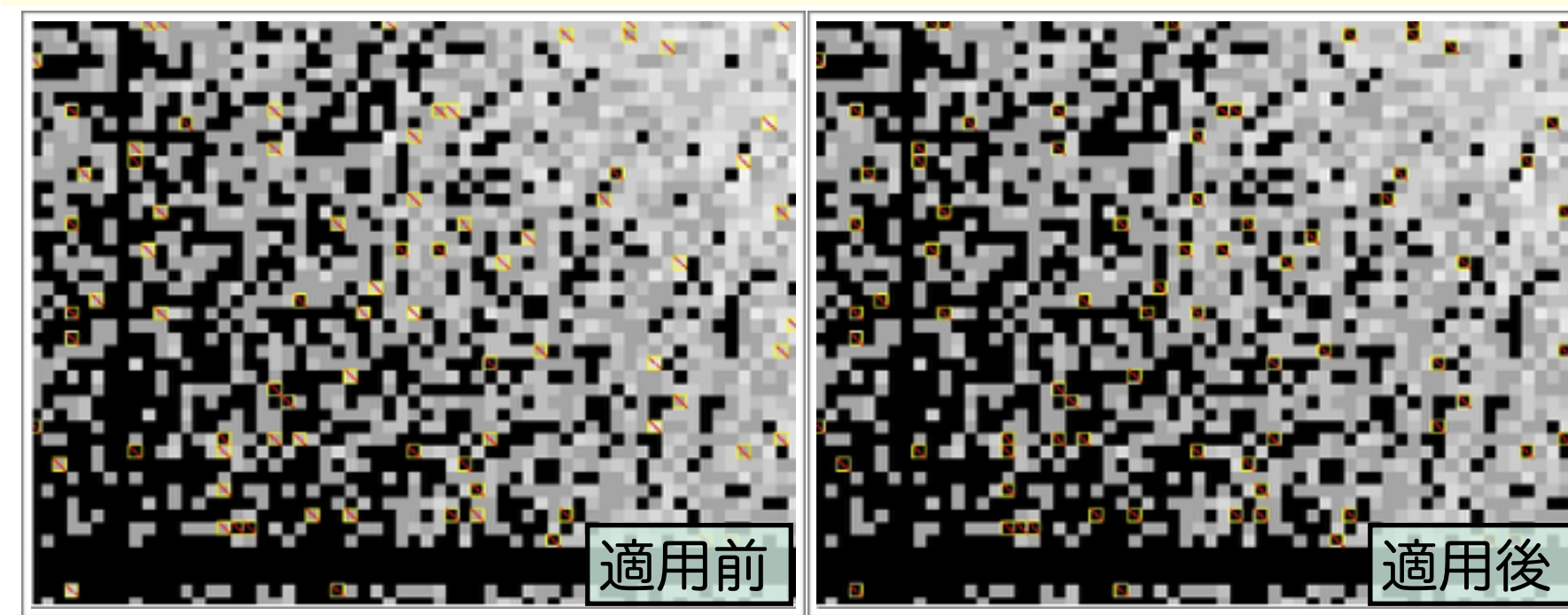


図4. 超新星残骸 E0102-72 (ID=109001010) のイメージ。適用前 (左) のときカウントが入っていた noisy pixel が、後 (右) では除去されたことにより黒く見えるようになっている。

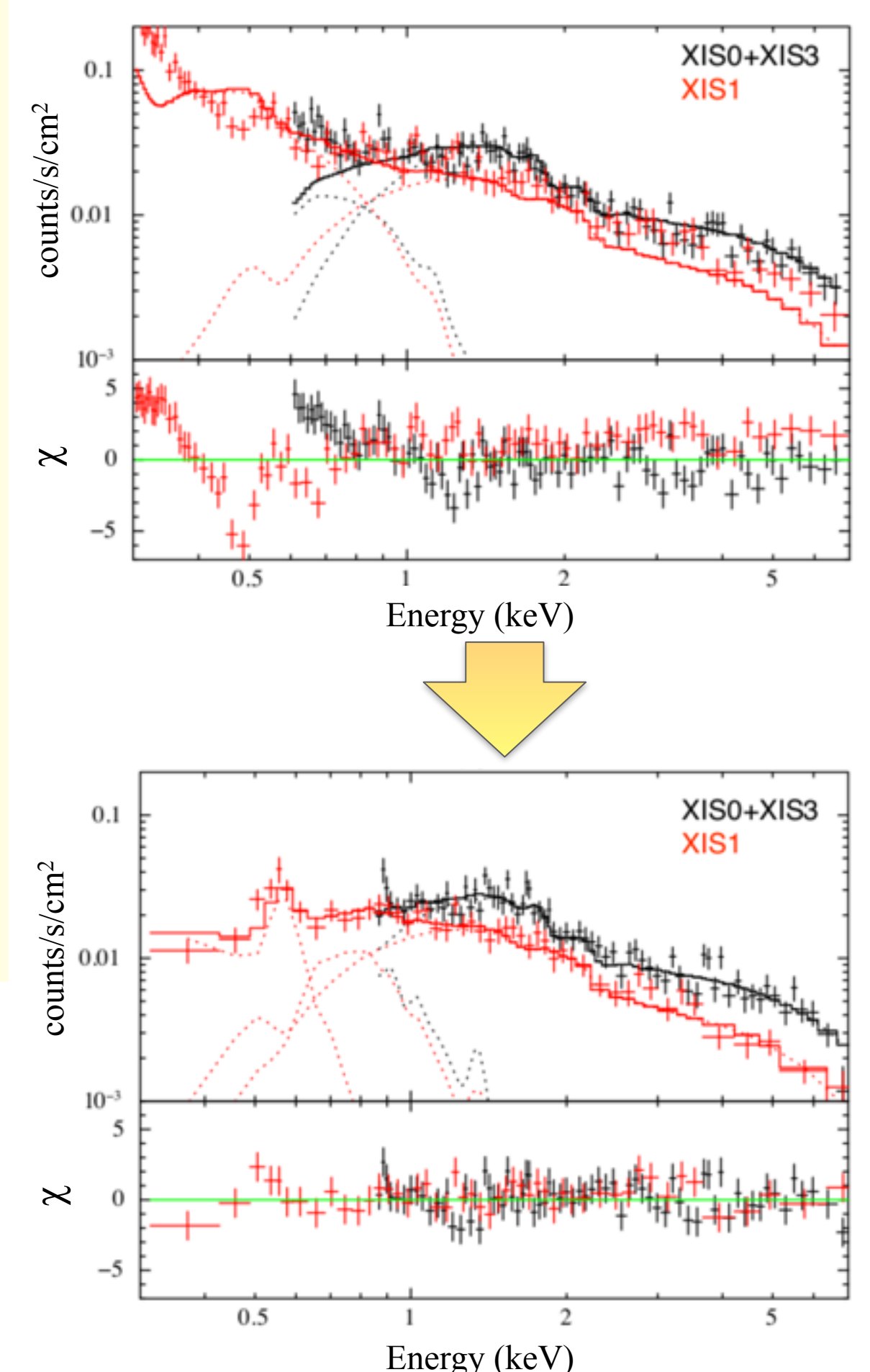


図5. 暗黒星雲 LDN1563 (ID=507078010) について noisy pixel の除去前 (上) と後 (下) でスペクトルのモデルフィッティングをした結果。除去後では残差が改善されている。

## (4) 10 keV 以上における較正精度の評価

XIS は機器性能として 10 keV 以上まで感度があるにもかかわらず、その較正精度が未評価であった。そのため 10 keV より高エネルギー側の帯域は、これまで科学目的の解析でほとんど使われてこなかった。2015年初めに 3-79 keV で非常に高い感度を持った NuSTAR 衛星が cross-calibration 結果 (3-7 keV) を公開したことから、XIS の高エネルギー帯域データの使用可能性について、以下の2段階を踏んで検証した。

- (1) 10-14 keV の帯域における較正精度の現状を確認
  - 10 keV より高エネルギー側でも、低エネルギー側と同様にスペクトルのモデルフィッティングできていた。
- (2) NuSTAR 衛星との同時観測データを解析し、スペクトルを比較
  - スペクトル形状が XIS と NuSTAR とで一致した。
  - XIS0 に対する 10-14 keV のフラックス比を算出したところ、NuSTAR の値と系統的に 10% 程度で一致した。

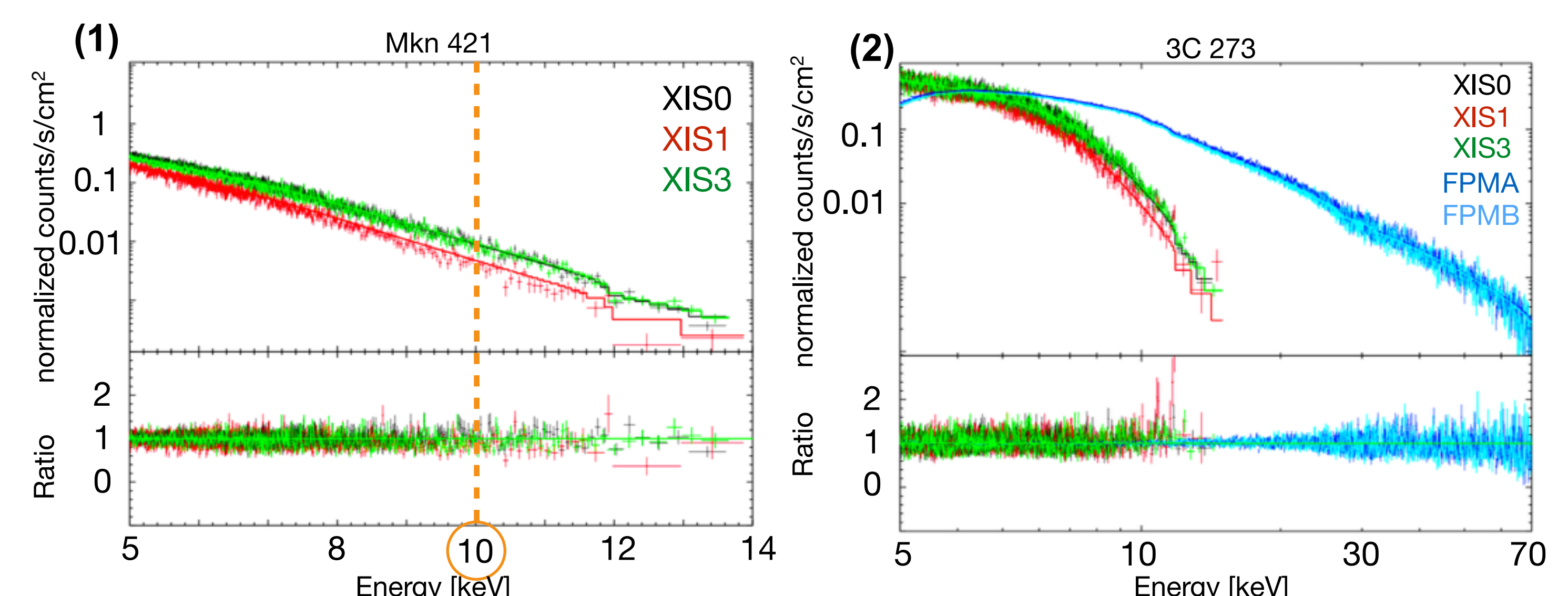


図6. 明るい単一のべき関数でフィッティング可能な天体に対して行った解析 (1), (2) の例。それぞれ活動銀河核 Mkn 421 と 3C 273 についてスペクトルフィッティングした結果 (上段) と、データとモデルの比 (下段) を示す。

- 10 keV 以上の高エネルギー帯域においても、XIS のデータは NuSTAR の結果と整合性が取れており、科学目的での使用が可能。  
《すざくメモ》[http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/doc/suzakumemo/suzaku\\_memo\\_2015-03.pdf](http://www.astro.isas.jaxa.jp/suzaku/doc/suzakumemo/suzaku_memo_2015-03.pdf)