

HXD/GSO のバックグラウンドの新しい評価

鈴木 大朗 (立教大学大学院 理学研究科)

Abstract

「すぎく」衛星に搭載された Hard X-ray Detector(HXD) は、6×6 ユニットで構成されている。HXD を構成する GSO 結晶シンチレータ (GSO) は、60-600keV において最も感度の良い硬 X 線検出器である。現在 GSO の BG はモデルに依存した方法 (bgd.d) により推定されている。本研究では、SyXB をより精度よく観測するために HXD の 6×6 ユニットのヒットパターンを利用することにより、モデルに依存しない方法で GSO の BG をより正確に推定する事を試みた。その結果、bgd.d の BG の不確定性は 1-2% であるのに対し本研究で推定した BG の不確定性は 2-5% であり、bgd.d の BG よりも精度の良い推定をすることはできなかった。

1 Introduction

HXD/GSO は、「すぎく」衛星に搭載されており、60-600keV において最も感度の良い硬 X 線検出器である。図 1 に示すように、主検出部である 4×4 の井戸型ユニットとその周りを囲む 20 本のアンチユニットで構成され、各ユニットの反同時計測により BG を弁別する。また、各井戸型ユニットは GSO と BGO 結晶シンチレータ (BGO) のフォスウィッチカウンターとなっており、井戸型ユニット 1 つでも波形弁別により BG を弁別する事が出来る (1)。GSO の BG イベントは、コンプトン散乱イベントや、GSO または BGO 内在の放射性元素からの壊変 γ 線放射、衛星軌道の 1 次宇宙線、2 次宇宙線などがあげられる (2)。これらの BG は完全には弁別する事が出来ないため、残った成分は推定して差し引いている。従来の bgd.d と呼ばれる方法では、軌道上の典型的な宇宙線粒子密度の 10000 倍の領域である South Atlantic Anomaly(SAA) 通過後の経過時間や、GSO よりも低エネルギーの 15-60keV を観測する HXD/PIN により計測され、主に荷電粒子に感度を持つ PIN-UD などをパラメータとしたモデルで推定されている (3)。

2 Methods

井戸型ユニットとアンチユニットを合わせた 6×6 ユニットのヒットパターンを利用し、GSO で受かつ

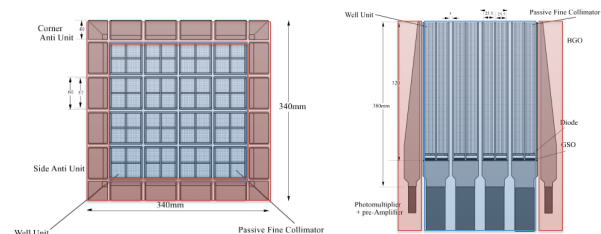


図 1: HXD の上から見た図 (左)、横から見た図 (右)(4) 青い範囲が井戸型ユニット、赤い範囲がアンチユニット

ていないような暗い天体について以下の 2 つのイベントを定義した。

HIT- α

- 波形弁別をしている
- 1 ユニットだけが信号を出したヒットパターン
- 1 ユニットの周りの 8 ユニットに信号が無いヒットパターン

HIT- β

- 波形弁別をしている
- HIT- α 以外のヒットパターン

天体起源の信号が含まれない場合は、HIT- α は BG そのものであり HIT- β は BG の変化に感度を持つことから両イベントのライトカーブの比をとり、

$$\text{PHA-ratio} = \frac{(\text{HIT-}\beta \text{ count rate})}{(\text{HIT-}\alpha \text{ count rate})} \quad (1)$$

とし、PHA-ratio の性質を統計的に解析することにより、

$$(\text{BG count rate}) = \frac{(\text{HIT-}\beta \text{ count rate})}{\text{PHA-ratio}} \quad (2)$$

として BG の推定を行う。

3 Analysis

GSO で受からないような暗い天体の観測データ 28 個から、エネルギーバンドごとの HIT- α 、HIT- β のライトカーブを抽出し PHA-ratio を作成した。図 2 を見てわかるように、PHA-ratio は PIN-UD とともに変動する。そのために図 3 のように PHA-ratio を PIN-UD でソートし、1 次直線でフィッティングすることによる PHA-ratio と PIN-UD の関係を求めた。図 3 の点は、28 個の観測データの bin=64sec の PHA-ratio である。

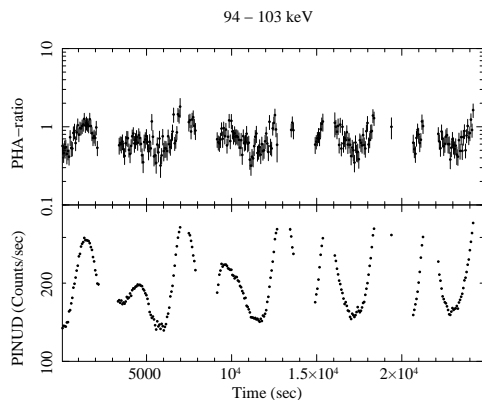


図 2: エネルギーバンド 94-103keV の PHA-ratio(上) と PIN-UD(下) の時間変動。bin=64sec。

フィッティングで得られた PHA-ratio と PIN-UD の関係を用いて、暗い天体の観測データ 28 個の HIT- β から PIN-UD を考慮して BG のライトカーブを推定した。今回推定した BG(BG-1) と bgd.d で推定した BG(BG-2) を比較する為に、HIT- α のライトカーブと共にプロットした。SAA を通過する軌道の時間帯については、本研究の方法では BG を推定する事が出来なかった。そのため SAA を通過後の経過時間が 5000 秒以下のデータを除いて、再度 PIN-UD でソートした PHA-ratio の 1 次直線フィッティングを

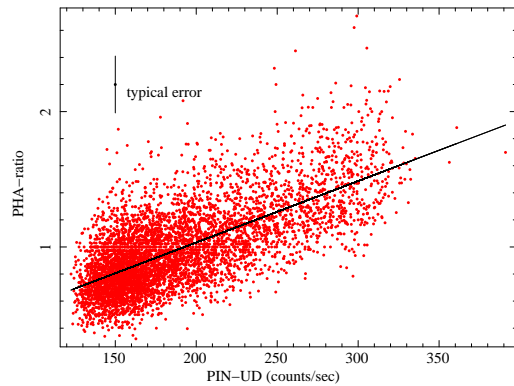


図 3: PIN-UD でソートしたエネルギーバンド 50-52keV の PHA-ratio と 1 次直線フィッティング。

を行い、BG を推定した。BG-1、BG-2、HIT- α のライトカーブを図 4、図 5 に示す。

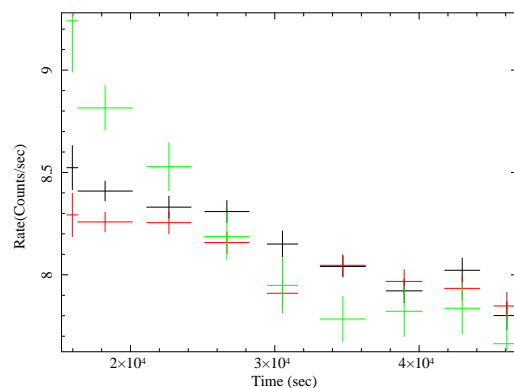


図 4: 1 つの観測についてのエネルギーバンド 104-202keV の BG-1(green)、BG-2(red)、HIT- α (black) のライトカーブ。bin=4096sec。

4 Discussion

BG-1 と BG-2 の不確実性をそれぞれ評価する為に、28 個の観測データについて bin=21632sec(約 6hour) の HIT- α /BG-1、HIT- α /BG-2 と比をとり、それぞれヒストグラムを作成した。図 6 のようにヒストグラムをガウシアンでフィッティングしガウシアン幅 1σ を不確実性とした。その結果を図 7 にまとめた。BG-1 の不確実性は、約 2-5%、BG-2 の不確実性は、約 1-2% であり従来の BG より精度の良い推定をする事は出来なかった。しかし、SAA 通過後の経過時

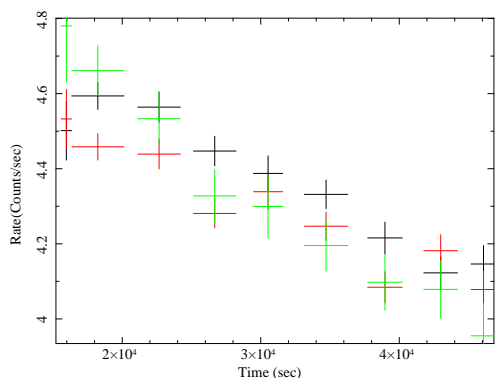


図 5: 1つの観測についてのエネルギーバンド 202-296keV の BG-1(green)、BG-2(red)、HIT- α (black) のライトカーブ。bin=4096sec。

間を考慮すること、PIN-UD と PHA-ratio のフィッティングモデルを再考することによって、より推定精度が向上する可能性がある。

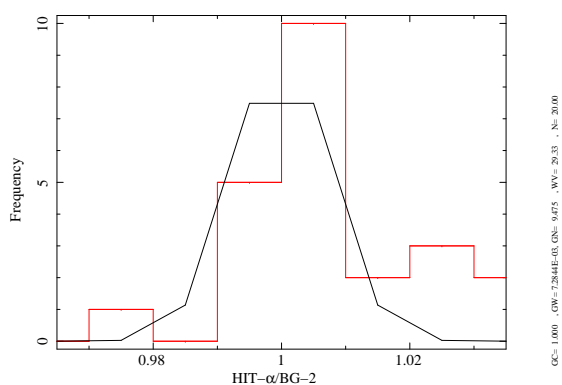


図 6: エネルギーバンド 50-104keV の HIT- α /BG-2 のヒストグラムとガウシアンフィッティング。

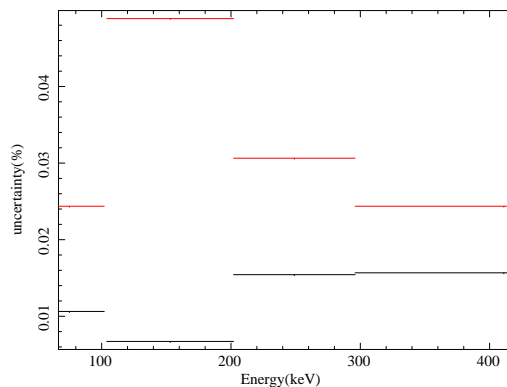


図 7: エネルギーバンドごとの BG-1(red) と BG-2(black) の不確定性。

Reference

- [1] Terada et al. 2005, IEEE Trans. Nucl. Sci., 52, 902
- [2] Kokubun et al. 2007, PASJ, 59, S53
- [3] Fukazawa et al, 2009, PASJ, 61, S17
- [4] Takahashi et al. 2007, PASJ, 59, S27