

HiZ-GUNDAM搭載 焦点面検出器pnCCDの軟X線検出に向けた性能評価

○金長 辰朗¹ 今度 隆二¹ 有元 誠¹ 米徳 大輔¹ 上田 周太郎¹ 盛 顯捷² 田中 孝明³ 中嶋 大⁴ 橋本 瑞輝⁴ 村上 弘志⁵ 小林 翔悟⁶ 平賀 純子⁷ 桑原 朋樹⁷ 谷口 菜月⁷ 鈴木 寛大⁸ 松原 英雄⁹ 富田 洋⁹ 土井 明広⁹ 前田 良知⁹ Robert Hartmann¹⁰ (1.金沢大学 2.理化学研究所 3.甲南大学 4.関東学院大学 5.東北学院大学 6.立教大学 7.関西学院大学 8.宮崎大学 9.ISAS/JAXA 10.PNSensor GmbH)

ガンマ線バースト（GRB）は、数百ミリ秒から数百秒にかけて $10^{52}\sim 10^{54}$ ergものエネルギーをX線・ガンマ線として放出する、宇宙で最も明るい爆発現象の一つである。GRBは0.1秒程度以下の短時間変動を伴うため、検出器には0.1秒以下の時間分解能が必要である。将来衛星計画HiZ-GUNDAMは、高赤方偏移GRBを通して $z > 6$ の初期宇宙探査に加え、中性子連星合体に伴うショートGRB観測を通して、マルチメッセンジャー天文学への貢献を目指している。HiZ-GUNDAM衛星は広視野X線モニターEAGLEと近赤外線望遠鏡MONSTERを搭載しており、EAGLEによるGRBの検出・位置決定を行い、MONSTERによるGRBの追観測および、地上の大型望遠鏡へアラート発信を行う。EAGLEはLobster Eye光学系（LEO）とpnCCD検出器から構成され、0.4–4 keVの軟X線帯において約0.53 srの広視野観測を実現する。pnCCDはPNSensor GmbHが開発・製造するpn接合型Siピクセルセンサであり、各列の同時並列読み出しにより、GRB観測に求められる高時間分解能（最大 80 fps）を達成できる。現在我々は、HiZ-GUNDAMへの搭載に向けて、pnCCDの駆動・読み出しシステムの開発を独自に進めている。本システムは、駆動波形生成、アナログ・デジタル変換、電源供給を担う複数の電子基板で構成されており、これまでにFe-55線源を用いたスペクトル取得に成功している。一方、その後のさまざまな実験検証により、pnCCDから電荷信号を読み出す専用LSI内部の回路設計や製造誤差に起因するチャンネル間の性能ばらつきが、取得したスペクトルに大きな影響を与えていることが判明した。本研究では、EAGLEの観測帯域下限目標である0.4 keV付近の軟X線検出を実現するため、pnCCD、読み出しLSIおよび我々が開発した駆動・読み出しシステムを組み合わせ、LSIのゲインやバイアス電圧などのアナログ動作条件について網羅的な実験評価を行った。これにより最適な動作条件を探索し、ノイズおよび信号オフセットの影響を抑えたうえで、読み出しノイズと暗電流成分を評価した。さらに、画素間の特性ばらつきを考慮した補正を適用し、Fe-55スペクトルのエネルギー分解能向上に取り組んだ。本発表では、これらの結果について報告する。