V304a HiZ-GUNDAMに向けたCMOSイメージセンサの高速読み出しシステムの開発

荻野直樹, 有元誠, 澤野達哉, 米徳大輔, 後藤初音, ワンヒョンスン, 平賀純子, 坂本貴紀, 盛顯捷, 谷津陽一

ガンマ線バースト (Gamma-ray Burst: GRB) は 10^{53} erg ものエネルギーをガンマ線として放射する宇宙最大の爆発現象であり、初期宇宙を探る有力なプローブとして利用されている。HiZ-GUNDAM は、低エネルギー X 線帯 (0.4–4 keV) での GRB 観測を用いた初期宇宙・極限時空探査計画である。特に継続時間の短い GRB の検出および位置同定を主目的としており、0.1 s 程度の時間分解能と 5 arcmin 程度の角度分解能および 10^{-10} erg/cm^2/s (100 s 積分) の検出感度が要求される。そこで我々は、これらを同時に満足する検出器として Lobster-eye-optics と呼ばれる特殊な X 線光学系と焦点面検出器に CMOS イメージセンサー (CMOS) を組み合わせた次世代広視野 X 線検出器の開発を進めている。これまでの研究により、CMOS は低エネルギー X 線に対する高い検出能力と、HiZ-GUNDAM の運用期間に耐えうる高い放射線耐性を有していることが明らかになっている。

本研究では、0.1 秒以下の高い時間分解能で観測を行うために必要不可欠な Field Programmable Gate Array (FPGA) を用いた読み出しシステムの開発を行った。読み出しシステムのサイズは、2U cube sat にも搭載可能な $90 \times 110\,\mathrm{mm}^2$ である。また、読み出しシステムは以下のような機能が実装されている。(1) ∼ 1M ピクセルの読み出しを行い、(2) 現在と直前のイメージの差を取り、(3) その差分イメージから X 線イベント抽出を行い、(4) イベントデータをパケットにまとめ、(5) 外部の PC (CPU) に転送を行う。本発表では、より詳細なシステム構成と、機能検証試験の結果について報告する。