

W13a

ASTRO-H 搭載軟 X 線撮像検出器 SXI 用 CCD の電荷注入試験

上田周太朗、中嶋大、藤川真理、森秀樹、穴吹直久、林田清、常深博(阪大理)、他 ASTRO-H SXI チーム

我々は、次期 X 線天文衛星 ASTRO-H 搭載用軟 X 線撮像検出器 (Soft X-ray Imager : SXI) に用いる CCD 素子の開発を行っている。現在、SXI のプロトモデルである P チャンネル CCD 素子を用いた電荷注入 (Charge Injection:CI) 試験を行っている。一般に X 線 CCD カメラは衛星軌道上で宇宙放射線により損傷を受ける。特に荷電粒子が Si と衝突することで起こる放射線損傷は、Si 結晶中に格子欠陥を作る。格子欠陥は Si のバンドギャップ内にエネルギー準位を作り出すため、CCD 内部で生成された信号電荷の一部がこの電荷トラップに束縛される。結果的に検出器のエネルギー分解能が悪化してしまう。この電荷トラップを一時的に埋めて電荷転送効率を改善することが CI の主な目的である。実際に Suzaku 搭載 XIS や、全天 X 線監視装置 (MAXI) 搭載 SSC では既に CI を行っている。特に XIS (N チャンネルで表面照射型 CCD) の場合、5.9keV でのエネルギー分解能 (FWHM) が打ち上げ後一年半で 140eV から 230eV まで悪化していたが、CI により打ち上げ直後の値まで改善した。

今回 SXI 用 CCD に対して、XIS と同じ SCI (Spaced-row CI) の要領で注入を行った。CI が機能するためには、電荷トラップを埋めつつも注入電荷が他のピクセルに漏れ出ない程度の、一定かつ安定した注入を行うことが必要である。Diode-Cut off 法 (DC 法) と呼ばれる電荷注入方法では、縦転送列間の注入電荷量 $Q[e^-]$ は大きくばらつくものの、ある縦転送列で見ると注入電荷量 $Q[e^-]$ とその分散 $\Delta Q[e^-]$ は $\Delta Q/Q \sim 0.06@1670e^-$ であった。これは SXI 用 CCD のエネルギー分解能 $\Delta E/E \sim 0.025$ の 2 倍程度の値だが、CI に対する要求は満たしている。本講演では DC 法以外の方法についても紹介し、その優劣を議論する。