

V335a X線高速撮像分光に向けた CCD-CMOS ハイブリッドセンサの開発 II

中嶋 大, 高木 直矢, 楠田 匠平, 佐藤 佑樹 (関東学院大学), 平賀 純子 (関西学院大学), 萩野 浩一 (東京大学)

XRISM、Chandra、XMM などの大型 X 線天文台で採用されている X 線 CCD センサは、軟 X 線 (< 10 keV) 帯域において撮像と分光を同時に行うことが出来る一方、典型的には 1~数 Mpixels の撮像領域に対して読み出しノードが数個であり、撮像領域全体を読み出すために数秒を要する。そのため明るい天体を観測する場合、一度の露光中に光子がパイルアップし分光性能を損なう。一般には時間分解能を向上させるために、撮像領域の一部のみを読み出したり (Window モード)、間欠的な露光をしたり (Burst モード)、さらには 1 次元方向にイメージを圧縮する (Parallel-sum モード) などの対応をしているのが現状である。今後、X 線望遠鏡の有効面積や結像性能が向上するに伴って高速センサが求められるが、近年軟 X 線分光性能が向上している CMOS センサでは 5 keV 以上での感度が制限されるなどの難点がある。そこで我々は、CCD 撮像領域の 1 列毎に読み出し口を設けて高速に転送し、CMOS の読み出し回路で AD 変換を行うという、カラム読み出し構造を持ったハイブリッドセンサを浜松ホトニクス社と開発している。試作素子では CCD 部と CMOS 部を配線基板を介して接続した形にしているが、将来的には両者を積載してモノリシックセンサと同様のバタブル構造にすることを検討している。

試作素子を用いて、動作温度 -20 °C で ^{109}Cd からの単色 X 線を照射し、frame rate 5 Hz で動作させたところ、読み出し雑音は $15.5\text{ e}^-_{\text{rms}}$ 、暗電流は $1.1 \times 10^2\text{ e}^-/\text{pix}/\text{sec}$ 、エネルギー分解能は 966 eV (半値全幅)@22 keV と、従来の X 線 CCD (750 eV@ -70 °C) と比較して遜色ない性能を得た。本講演では、試作素子の基本性能とその温度依存性、速度依存性、次回試作素子にむけた検討状況などについて報告する。