

V348a SOI 技術を用いた新型 X 線撮像分光器の開発 72: 内蔵パターン発生部の開発

鶴 剛, 松田真宗, 成田拓仁, 上村悠介, 上林暉 (京都大), 森浩二, 武田彩希, 鈴木寛大 (宮崎大),
萩野浩一, 松橋裕洋 (東京大), 新井康夫, 高柳武浩 (KEK), 今村俊文, 大本貴文, 小野将寛 (A-R-Tec)

X 線観測衛星用の次世代検出器として X 線 SOI (Silicon-On-Insulator) ピクセル検出器「XRPIX」を開発している。X 線 CCD に匹敵する高い撮像分光能力を持った上で、各ピクセルに閾値回路とトリガ出力機能を備えることで、 $10\mu\text{sec}$ よりも高い時間分解能を実現する。当初の XRPIX は「アナログ XRPIX」とでも言うものであり、ピクセルからの波高値信号はアナログ出力、トリガしきい値電圧や内蔵アンプの動作点を決める電流もアナログ入力である。これに対し、FY2018 より入出力をすべてデジタル化した「デジタル XRPIX」の開発を始めた。FY2020 の XRPIX9 で ADC を内蔵し、FY2023 の XRPIX12 で DAC, BGR を内蔵した。最後のハードルとして FY2022 より、各種制御信号を素子内部で発生する機能として「パターン発生部」の開発を行っている。

XRPIX 素子の動作には多数の制御信号、すなわち多数のデジタル I/O と配線が必要であり、このままでは実装に大きな課題が発生する。制御信号の多くは決まった固定パターンなので、実は XRPIX 素子内蔵で発生させることで解決可能である。一方、XRPIX はイベントトリガ毎に「読むのか読まないのか」「どこの領域を読み出すのか」の判断を外部で行うことや、通常のイベント中心の 8×8 ピクセルのみを読む「イベント駆動」や、CCD 的な「全ピクセル読み出し」など、様々な読み出し方式を可能とするために、発生パターンは固定ではなく自由度が必要である。そこで、パターンは書き換え可能とし、外部からはコマンドでパターンを指定し発生させる方式を考案、設計した。この方法により、130 本以上のデジタル I/O を 40 本程度に削減することに成功した。2025 年 6 月に素子のプロセスを開始し、9-10 月期に初期試作品が完成する。本講演では上記設計等の詳細を報告する。