

W20a 衛星搭載 X 線 CCD カメラの高速データ処理

穴吹 直久 (東大理・宇宙研)、尾崎 正伸 (宇宙研)、川崎 正寛 (東大理・宇宙研)、小川 道雄 (学習院理・宇宙研)、堂谷 忠靖 (宇宙研)

衛星に搭載されている X 線 CCD カメラは、通常の観測モードにおいて 1 フレーム当たり数秒という撮像速度で動作している。しかし、このフレームレートは CCD チップが本来到達し得るレートに比べ非常に遅い。こうした制限は読み出しノイズを軽減させる要求によるところもあるが、基本的にはデータ処理を行なうオンボード CPU の性能で律速されており、また処理する X 線イベントの数に比例して処理にかかる時間は増加していく。一方、将来の X 線 CCD カメラは大フォーマットで画素サイズの小さな CCD を短い露光時間で使用していくであろうと考えられる。なぜなら、こうした特徴をもった CCD は光子のパイルアップ (飽和) や暗電流ノイズが軽減され、また、X 線偏光を検出することができる可能性をもっているからである。こうしたカメラを実現させるためには非常に高速な読み出しとオンボードデータ処理が必要不可欠になってくるが、宇宙用 CPU の限られた性能を用いてその様な性能に到達することは従来手法では極めて困難である。

そこで、我々は FPGA (Field Programmable Gate Array) を用いることで、X 線 CCD 専用のハードウェア実装されたアーキテクチャを開発した。このユニットは並列化されたイベント、グレード認識部を有する 5×256 ワードの RAM で構成され、イベント抽出にかかる全てのプロセスが 1 マシンサイクル (= CCD のリードアウトサイクル) で行なわれる。そのため、ソフトウェアアーキテクチャとは異なり、ピクセルレートの高い CCD フレームデータに対しても、検出される X 線イベントの数に関わらず常に一定の時間で高速処理することが可能となっている。入力信号としては CCD に限らない 2 次元検出器のシリアルライズされた出力を処理でき、グレードの情報を含めた 5×5 ピクセルの X 線イベントデータが出力される。

本講演では、今回我々が開発したアーキテクチャの概要の説明と、その評価実験の結果を報告する。