

# FFAST焦点面検出器エレクトロニクスの開発



穴吹直久, 中嶋大, 内田裕之, 小松聖児, 林田清, 常深博 (大阪大学), 藤永貴久, 尾崎正伸 (ISAS/JAXA), 青山翔一, 村吉拓, 森浩二 (宮崎大学), 他 FFAST WG

第11回宇宙科学シンポジウム  
2011年1月5-7日 @ISAS/JAXA

FFASTが切り開くサイエンス  
岸本+ P3-144

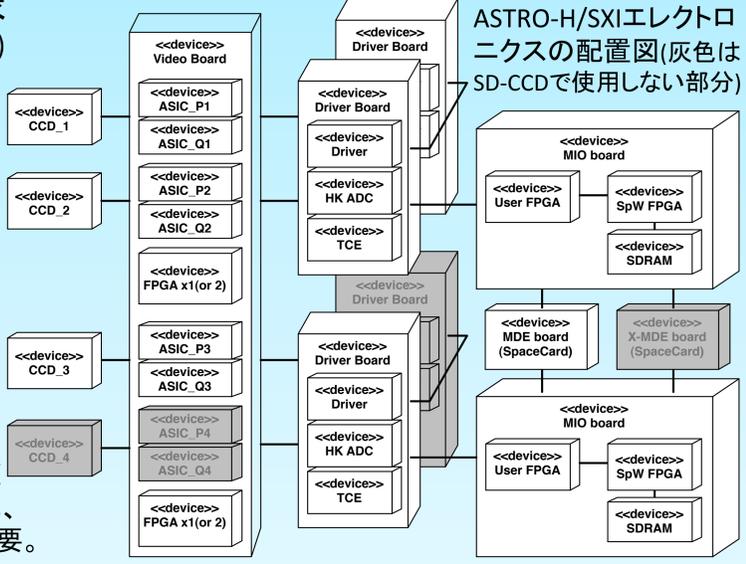
FFAST焦点面検出器「SD-CCD」のエレクトロニクスは、ASTRO-H衛星搭載X線CCDカメラ(SXI)の資産を最大限に活かすことで、機上ソフトの変更だけで実現できる。SpaceWireを採用したシステムのため、小型衛星標準バスにも直結でき、開発期間の短縮、コストの削減、信頼性の高い機器を製作することが期待できる。  
本発表では、FFAST/SD-CCDエレクトロニクス(特にデジタルエレクトロニクス)の開発状況を報告する。

## ASTRO-H/SXIエレクトロニクスをFFAST/SD-CCDへ利用

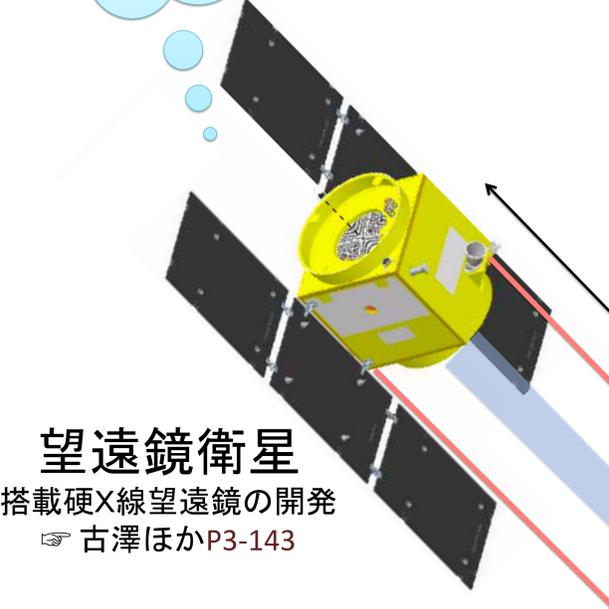
- FFAST/SD-CCD エレクトロニクスに対する要求  
(詳細は常深+ S3-07、中嶋+ P3-142)
- (1) SD-CCD3素子を同時に駆動し、その信号を低雑音で処理できること。
  - (2) 速度可変のTDI駆動が可能なこと。

ASTRO-H SXI カメラ用のエレクトロニクスは、大フォーマットX線CCD素子を4つ同時に駆動し、その信号を低雑音処理するように設計されている。  
→ハードウェアの構成(FPGAロジックを含む)に変更なく、FFAST/SD-CCDシステムに利用できる。

ただし、軌道に依存した速度可変のTDI駆動を自動制御するために、SD-CCD専用の機上ソフトが必要。

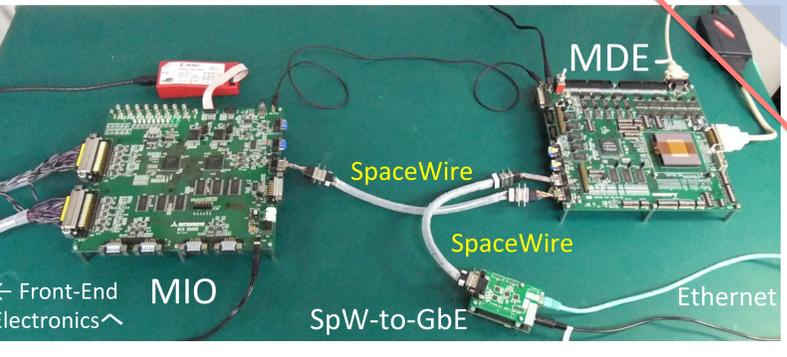


⇒ASTRO-H/SXIの資産を最大限利用することで、開発期間の短縮とコストの削減を実現し、信頼性の高いシステムを開発できる。SpaceWireを採用したシステムなので、小型衛星標準バスに直結する。



望遠鏡衛星  
搭載硬X線望遠鏡の開発  
古澤ほかP3-143

MIO - MDE 噛み合わせ試験の様子



## FFAST/SD-CCD エレクトロニクスの開発の現状

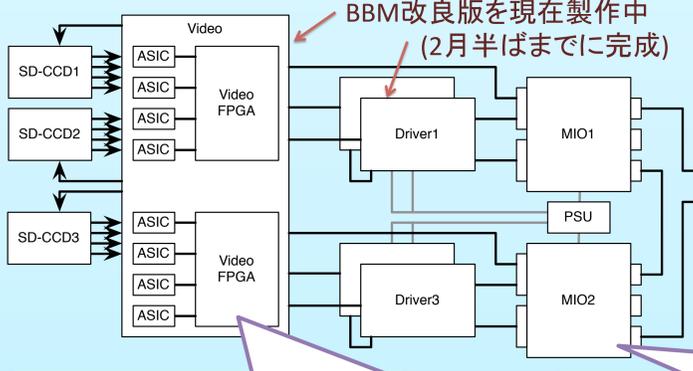
### Mission I/O (MIO) ボードBBM

- ASTRO-H衛星搭載観測機器で共通に使用する目的で開発された、SpaceWire (SpW) I/F を3ポート備えたデジタルI/Oボード。
- 観測機器固有(ユーザー用途別)のデジタル処理を組み込む「UserFPGA」と、SpW I/F や外部メモリコントローラなどの観測機器共通のモジュールを組み込んだ「SpW FPGA」で構成される。
- Front-End Electronics に対して、入力16ペア、出力24ペアのLVDS I/Oを装備

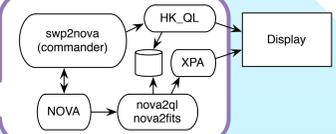
### Mission DE (MDE) ボード (SpaceCard) BBM

- MIOボードと同じ目的で開発された、SpW I/F を4ポート備えたCPU ボード。
- CPU(SOI/SOC)、FPGA、SD-RAMを搭載。
- 観測機器固有の機上ソフトウェアが搭載される。

Driverボード、VideoボードはBBM改良版を現在製作中  
(2月半ばまでに完成)

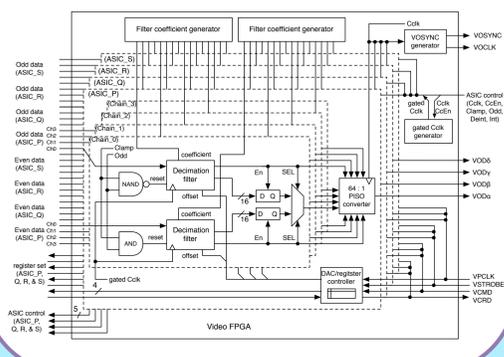


- MIOのレジスタをポーリングし、データレディになったら、MIO SD-RAMへ SpW/RMAP read
- SMUからのリクエストにより各種コマンドを発行
- イベント候補情報に基づくX線イベント検出
- レコード盤軌道情報にもとづき、シーケンサが生成するクロックパターンを自動変更する(H-overclocked 画素数の変更)。
- テレメトリ編集

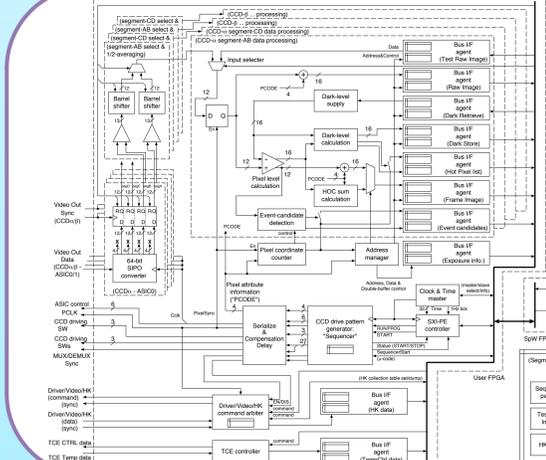


既存の地上実験用ソフトウェアを、CCD素子スクリーニング、較正試験用に改良中

- ASICの処理を制御、内部レジスタの設定
- Δ-Σ ADCの後半処理(デジタルフィルタ処理)
- AD変換後のデータをシリアル化して送信



Video FPGA BBM ロジックを製作し、MIO BBM に仮実装して動作試験中



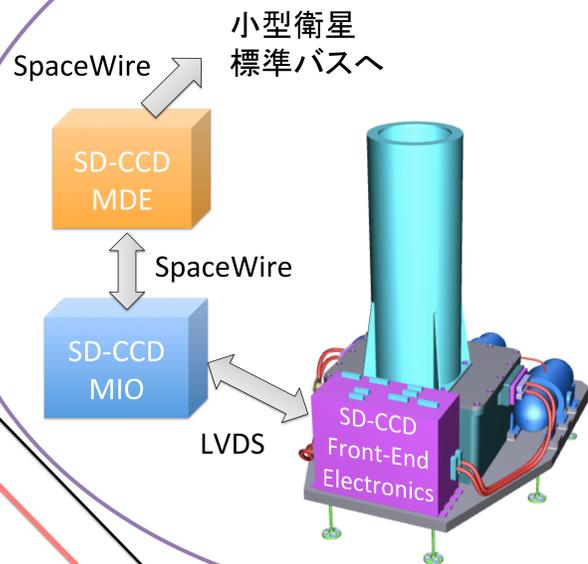
MIO UserFPGA の試作BBMロジック(周辺回路の動作タイミングを制御するシーケンサ、CCD生画像をSD-RAMに保存、Driver/Video/HK共通コマンド生成部)を製作して、実機(MIO & MDE)で動作試験中。

- Videoボードからのシリアルデータに対する前段処理
- ダークレベルの演算とダーク差し引き
- ピクセル座標判定とX線イベント候補の検出
- シーケンサ(周辺回路の動作タイミングを制御するクロックを生成)
- 周辺回路の設定変更、House Keeping情報収集、CCD温度コントロール用コマンドの発行
- 露出情報として、MIOでの処理結果をMDEに通知

←共通 I/F 部分

←MIO UserFPGAでの処理結果をSD-RAMに格納する。MDE側からSpaceWire/RMAP readされる。

編隊飛行  
河野+ P3-140  
焦点距離 20m



検出器衛星  
SD-CCDの性能評価  
森+ P3-141  
駆動/信号処理回路  
中嶋+ P3-142