

論文の内容の要旨

論文題目 MUSES-C 搭載用蛍光 X 線分光計の機上ソフトウェア開発

氏 名 山 本 幸 生

本研究は、小惑星探査機 MUSES-C に搭載する蛍光 X 線分光計(XRS)の機上ソフトウェアの開発を行い、性能評価を通して性能向上のための仕様変更にフィードバックを掛け、高い性能を実現させた研究成果をまとめたものである。

最近の急速な CPU の性能向上に伴い、装置開発におけるソフトウェアの果たす役割の重要性が向上してきている。CPU の使用方法として、これまでのコマンド・テレメトリの通信制御と言った単純な処理だけでなく、より高度な機上解析を行う事が可能である。これまで速度的な面でハードウェアによって実装することを余義なくされていた状況に対し、開発の効率化、さらには装置の性能向上をも実現可能である。

XRS はその制御に SH7708(SH3)を用いた宇宙探査用に開発した専用の OBC を使用する。SH3 は惑星探査用の CPU としては 60MHz の高周波数で動作し、かつ民間で広く使用されているため強力な開発環境が整備されている。XRS ではこの CPU を用いた処理として、基本的な通信制御と機上解析を同時に行うことで、性能の向上を狙っている。

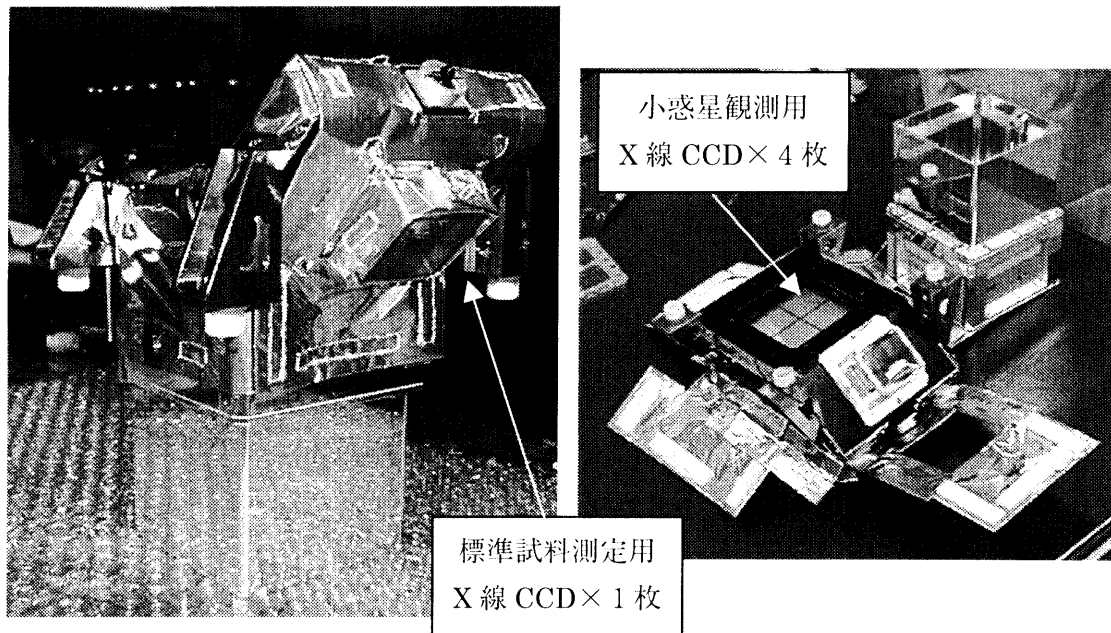


図1 開発した MUSES-C 搭載用蛍光 X 線分光計

小惑星表面からの蛍光 X 線観測用に X 線 CCD を 4 枚搭載している。
また標準試料を搭載しており、標準試料からの蛍光 X 線を測定用に
X 線 CCD を 1 枚使用している。

地上試験においては、X 線 CCD を X 線検出器として使用する際に、画像を 100 枚以上(データサイズ 200MB 以上)使用しエネルギー波高解析を行う。XRS では、X 線 CCD の特徴である高エネルギー分解能の利点を利用し、惑星探査としては弱点である画像データサイズの問題点をハードウェア、ソフトウェアの両面を使用して克服している。

本研究では地上試験と同程度のエネルギー分解能を維持したまま、データサイズのみ減少させる方法として

1. ハードウェアによる X 線イベント抽出
 2. ハードウェアによる Binning 処理
 3. ソフトウェアによる機上波高ヒストグラム処理
- を提案し XRS に導入した。

データサイズの減少法を反映した XRS の性能評価を通して、X 線のイベント検出を行う際の重要なパラメータである Event Threshold の設定値の改修や、バックグラウンドデータ計算時における不良データ発生の原因とそれに対する対処方法の考案を行った。

改修の結果、提案したデータサイズの減少方法がうまく機能していることを確認し、また取得したデータをソフトウェアで機上解析を行うことにより XRS として重要な波高ヒストグラムを直接地上へと送信可能とした。

このようにして取得した波高ヒストグラム（図 2）は、地上試験と同程度のエネルギー分解能を有しており、XRS の性能として、過去の惑星探査と比べてエネルギー分解能にして 5~6 倍ほど精度良く X 線を分光可能とした。

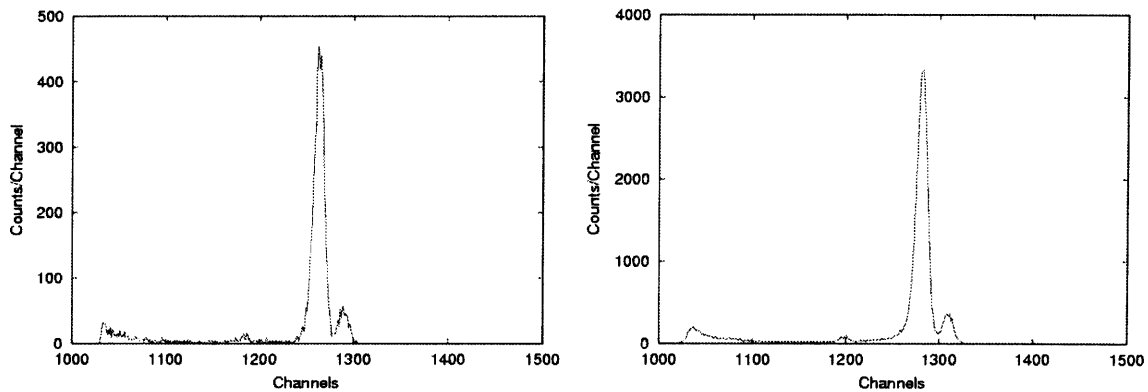


図 2 地上試験用モード（左）と主観測モード（右）の波高値ヒストグラムの比較

X 線源 ^{55}Fe を測定した。地上試験用モードでは X 線 CCD 画像 100 枚 (約 200MB) から X 線イベントを抽出して波高ヒストグラムを作成。主観測モードでは 1000 パケット (約 1 MB) に含まれる波高ヒストグラムから作成。ほぼ同程度のエネルギー分解能 (<200eV@5.9keV) を達成している。