

固体惑星探査のためのX線CCDを用いた蛍光X線分光計の校正装置開発

Development of the calibration system for x-ray spectrometer with x-ray CCD for planetary exploration

山本 幸生 [1], 白井 慶 [2], 岡田 達明 [3], 加藤 学 [1]

Yukio Yamamoto [1], Kei Shirai [2], Tatsuki Okada [3], Manabu Kato [1]

[1] 宇宙研, [2] 名大・理・地球惑星, [3] 宇宙研・惑星

[1] ISAS, [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ, [3] Div. Planet Sci., ISAS

X線CCDを用いた蛍光X線分光計(XRS)の校正装置を開発している。校正装置は制御部、回路部、測定部、冷却部、解析部の5つの部分で構成される。現在は制御部、回路部の開発を行いCCDの駆動、パソコン上での信号の取り込みを可能にした。また解析部としてロケット(S310-28号機)に搭載されたXRSを用いて飛翔前試験のデータを用いて解析を行った。シングリイベントを抽出する方法を用いることで、この試験で使用したX線源であるFe(55)のピークを得ることができた。課題として測定部、冷却部の開発を行う必要がある。またデータ解析の方法についてもシングリイベント以外のデータを利用した解析方法を確立する必要がある。

X線CCDを用いた蛍光X線分光計(X-Ray Spectrometer, XRS)の校正装置の開発を行う。この校正装置はX線CCDの特性(周波数特性、温度特性、電圧特性、ビニング数)を調べるためにも用いられる。またX線CCDで取得したデータの解析方法の確立も行う。

過去の惑星探査において用いられたXRSのX線検出器は比例計数管、ガス蛍光比例計数管であったが、Mg、Si、Alなどエネルギーの近い元素を十分に分解できるほどのエネルギー分解能を持ち合わせていなかった。一方、X線CCDはそれらと比べて約5倍から10倍のエネルギー分解能を有している。それゆえ将来の惑星探査におけるXRSの主要なX線検出器の1つになると考えられていて、実際に2002年打ち上げの小惑星探査MUSE-Cや2003年打ち上げの月周回衛星SELENEでCCDを用いるXRSの搭載が計画されている。ところがエネルギーやその強度を校正するための校正装置がなく、そのためX線CCDを用いたXRSの校正装置を開発する必要がある。また校正実験を通してX線CCDの特性を調べなければならない。

作成している校正装置は全部で5つの部分(制御部、回路部、測定部、冷却部、解析部)に分けられている。制御部ではCCDを駆動するためのクロックパターン作成、データ取り込みを行う。回路部ではCCDの周辺回路を作成し、また測定部ではサンプルやX線管球、真空チェンバーを取り扱う。冷却部はX線CCDを冷却するために液体窒素とヒータを用いて温度制御を、解析部では取得したデータの解析方法の確立を行う。

現在までに制御部としてクロックパターンの作成、データ取り込み機構の作成を行った。また回路部として増幅回路、相関2重サンプリング(CDS)回路を作成した。更に制御部、回路部の統合も合わせてこれらの部分をほぼ完成させることができた。その結果X線CCDを駆動しその出力をCDS回路を通してパソコン上に信号として取り込むことを可能とした。

作成中の校正装置ではX線をX線CCDに当ててデータを取得するところまで至っていない。そこで解析部の開発を進めることも考慮に入れてロケット実験(S310-28号機)に搭載されるXRSで取得したデータを用いて解析を行った。X線CCDの各ピクセルの様相を調べるために画像表示ソフトウェアを作成した。またデータ解析では1ピクセルに収まるデータ(シングリイベント)のみを抽出することにより、Fe(55)のK α 線、K β 線を取得する事ができた。

X線CCDを用いた校正装置開発を行う上で制御部、回路部の作成を行い統合した。その結果CCDを駆動しその出力をCDS回路を通してパソコン上への取得を可能とした。また解析部の一環としてロケット実験のデータを用いて解析したところ、シングリイベントを抽出することでFe(55)のK α 線とK β 線のピークを得る事ができた。今後の課題として冷却部、測定部を作成し校正装置として組み上げること、また校正実験を通してX線CCDの特性を調べることがあげられる。解析部としてはシングリイベント以外のデータについても解析を行いより精度の高い解析方法の確立を行わなければならない。