

はやぶさ搭載蛍光 X 線分光計の定期観測

Result of regular observations by X-ray fluorescence spectrometer onboard HAYABUSA spacecraft

山本 幸生[1]; 荒井 武彦[2]; 岡田 達明[1]; 白井 慶[3]; 加藤 学[3]

Yukio Yamamoto[1]; Takehiko Arai[2]; Tatsuaki Okada[1]; Kei Shirai[3]; Manabu Kato[3]

[1] 宇宙研; [2] 総研大; [3] 宇宙研

[1] ISAS/JAXA; [2] SOKEN; [3] ISAS

小惑星探査機はやぶさに搭載された蛍光 X 線分光計(XRS)は週に一度 3 時間の定期観測を行い、宇宙背景 X 線や搭載した標準試料からの蛍光 X 線を観測している。本発表ではこの定期観測の結果を元に、現在の XRS の状況、及び 12 月末に行った機上ソフトウェア更新の詳細、その後の経過について報告する。

2003 年 5 月のはやぶさ打ち上げ後、同年 12 月末のソフトウェア更新までの間、約 7 ヶ月の間定常観測を行ってきたが、いずれのデータも X 線のフラックスが多いものであった。打ち上げ後数週間は太陽フレアが頻繁に発生しその影響と考えていたが、太陽静穏時においても、背景 X 線及び標準試料の観測により見積もられる X 線フラックス(数カウント/sec)と比較し、10 倍以上のカウント数があった。そのため読み出し速度が間に合わず、常に FIFO バッファが FULL の状態に陥りデータの損失が発生した。

FIFO バッファが溢れる理由はデータ発生量がデータ読み出し量より大きい場合である。データの発生量が増大した原因は現在調査中である。データの読み出しはソフトウェアで行っているが、フラックスの二乗に比例して速度が遅くなる実装となっていた。主たる原因は X 線 CCD の縦スプリット判定にあった。X 線 CCD に X 線が入射した場合、複数のピクセルにまたがるイベントは X 線のエネルギーを正確に反映しない。そのためスプリット判別処理を行い、スプリットと判断されたイベントに関しては除去もしくは足し合わせを行うなどの処理を行う。横スプリットに関しては X 線イベントとその両隣を取得するハードウェアの実装によりほぼリアルタイムに行うことができる。しかし縦スプリットに関しては X 線イベントを一度蓄積し、蓄積されたイベントを総当りで縦に並ぶかどうかの判定を行っていた。もともとデータ量の見積もりは数カウントであるため、計算上はほとんど問題なく読み出しが可能ではなかった。しかしながら、実際にはその 10 倍以上のカウントが発生したため、読み出し速度が間に合わないという状況が発生した。

地上試験のデータを用いて縦スプリットの効果を調べたところ、X 線スペクトルにはほとんど影響を及ぼさないことが判明した。というのも、XRS は縦 16 ピクセルを 1 ピクセルにまとめるビンニング処理を行っており、結果として横スプリットに比べて縦スプリットは 16 倍発生しにくい状況にある。地上試験用の XRS プロトタイプを用いてこの縦スプリットの判定処理を除去したソフトウェアを使用したところ、データ読み出し速度の向上を確認することができた。

12 月下旬から 1 月上旬にイオンエンジンの停止期間があった。この期間を利用して 2003 年 12 月 29 日にソフトウェアのアップロードを行った。ソフトウェアの正常動作確認を通しスペクトルを取得したところ、これまでよりも FIFO バッファが FULL の頻度が小さくなり、EMPTY の頻度が増加することを確認した。これまでのソフトウェアでは EMPTY となる場合はほとんど存在しなかったため、縦スプリット処理の除去の効果が現れていると言える。

新しいソフトウェアには更に標準試料からの蛍光 X 線フラックスを計上し、ステータスパケットに出力する機能を追加した。これは打ち上げ後 2 週間後の XRS の観測で、標準試料からの蛍光 X 線フラックスが、GOES による太陽フラックスと相関が取れていることが確認されたため、機上ソフトウェアで XRS が太陽 X 線フラックスモニタとして機能するかどうか実験的に追加したものである。現在スイングバイに向けて地球へと近づいているため、GOES による太陽 X 線フラックスとはやぶさが同じ太陽の面を見ている時期が近づいてくる。その場合には GOES とはやぶさ XRS の比較検討を行い、その機能の妥当性について評価を行う予定である。

X 線 CCD は放射線によって劣化し、エネルギー分解能が悪くなると報告されている。XRS においても同様のことが考えられる。2003 年 10 月下旬から 11 月上旬にかけて、非常に大きな太陽 X 線フレアが発生した。このとき XRS は試験的にモニタリングを行っていたが、取得したスペクトルは非常にノイズが多く、評価が困難なものであった。その後数時間はまともなスペクトルを取得することはできなかったが、2 週間後の定常観測では通常のスペクトルを取得するまで状態が回復した。現在のところ、はっきりとした劣化は起こっていない。

今後ははやぶさが小惑星に到着するまで XRS では定期観測を続けて行う。これにより X 線 CCD の経年変化を追い、その性能変化のモニタリングを行っていく予定である。