

O-14

MAXI/SSC データを用いた突発天体発見のための地上ソフトウェアシステムの開発

Development of the ground software system for MAXI/SSC data to discover transient astronomical objects

○福島康介¹, 根来均²*Kosuke Fukushima¹, Hitoshi Negoro²

Abstract: The SSC, Solid-state Slit Camera, is an X-ray CCD camera onboard MAXI, Monitor of All-sky X-ray Image, of the International Space Station. The SSC monitors all the sky in the energy band below 2 keV for the first time. The MAXI nova-alert system we have developed has detected a number of transient objects using GSC, Gas Slit Camera, real-time data. We have applied the system to the data obtained with the SSC. The SSC nova-alert system is adapted to read screened SSC event files instead of receiving the GSC real-time data with the socket interface. We also improved an algorithm to calculate exposure time and effective area for non-bias source detection, and confirmed that these corrections were successfully applied to SSC data.

1. 序

2009年7月にISS日本実験棟「きぼう」船外実験プラットフォームに取り付けられたMAXI^[1]は、GSC^[2]とSSC^[3]の2種類のX線カメラによって全天から飛来するX線を監視している。これまでGSCの観測データからは数多くの突発天体(突発的に輝き出す天体)が発見され、世界に報告を行っている。一方、SSCの観測データは、太陽光の漏れによるバックグラウンドの影響等の理由から突発天体を検出するための解析に用いられていなかった。しかし、データ較正が進みデータ公開も行われ、突発天体の検出が可能になった。そこで、我々はGSCと同様にSSCデータを用いて突発天体を自動検出するシステムの開発を行っている。

2. MAXI/SSC

GSCを含め、これまで全天X線モニターは2 keV以上のエネルギー帯域で観測を行ってきた。これに対しSSCは0.7 - 7 keVのエネルギーのX線に感度を持ち、世界で初の2 keV以下の低エネルギー領域での全天スキャン観測を行っている。そのため、SSCデータから2011年に発見したMAXI新天体^[4]のようなこれまでになかった天体も確認されており、X線領域で低温の新たな突発天体の発見が期待できる。

3. 突発天体発見システム

GSCデータを用いた突発天体を検出するための解析は、我々の研究室で開発してきた突発天体発見システム^[5]によって行われている。観測データはTDR衛星を介しNASAのネットワークを通じて筑波のデータベースに送られて保管される。突発天体発見システムはこのデータをソケット通信によってリアルタイムで

取得し、解析を行うことで突発天体を自動検出し、さらに世界に速報を行う。本システムはGSCデータの解析に最適化されたシステムであるが、これをSSCデータに対応させる改良を行っている。

4. システム改良

突発天体発見システムをSSCデータに対応させるにあたって以下の変更が必要であり、それぞれについては各章で説明する。

- 4.1 データ較正されたファイルの読み込み
- 4.2 バックグラウンド除去の最適化
- 4.3 CCDのデータ読み出し間隔を考慮
- 4.4 有効面積・露光時間補正のための視野補間
- 4.5 検出されたイベントの速報レベル分け

4.1. データ較正されたファイルの読み込み

昨年の段階で、ソケット通信によるリアルタイムデータの受信部をデータ較正されたSSCデータのファイルからの読み込みに対応させることにより、観測から最短17時間遅れてSSCデータの全天マップを作成する改良を行った。その後、目視により突発天体を発見するための全天マップの監視を行っており、未知の天体の活動と期待されるイベントも発見している。

4.2. バックグラウンド除去の最適化

昨年の段階では、GSCで用いられていたバックグラウンドを求めるアルゴリズムがSSCデータにも有用であったことを報告したが、その後、バックグラウンドを求める計算をSSCデータに最適化した。

GSCシステムは最新1秒間と直前40秒間のバック

1 : 日大理工・院(前)・物理 2 : 日大理工・教員・物理

グラウンドを比べていたが、SSC のバックグラウンドの変動がより緩やかであることを考慮して、最新 1 秒間と直前 200 秒間を比べるように変更した。また、SSC に用いられている CCD チップ一つ一つで X 線カウントのゼロレベルが異なるため、視野毎でなく CCD チップ毎にバックグラウンドを計算するように変更した。これらの変更により、カウント数の少ない SSC においてもより正確なバックグラウンドが計算されるようになった。

4.3. CCD のデータ読み出し間隔を考慮

比例計数管を用いた GSC は 1 秒毎に全視野のデータを読み出している。一方、X 線 CCD を用いた SSC は全視野のデータの読み出しに約 2.9 秒かかる。そのため、1 秒単位でカメラの露光時間を計算する突発天体発見システムに SSC データは対応していない。そこで、全視野のデータを纏め、2.9 秒間隔で処理を行うことで対応した。

4.4. 有効面積・露光時間補正のための視野補間

MAXI のカメラは横に広い視野で観測を行っている。そのため、カメラの有効面積は入射角によって異なり、 $\cos \theta$ (θ = 入射角)で狭くなる。また、スキャンスピードも入射角により異なり、ISS の進行方向ではスキャンスピードが早く、1 天体が視野内に入っている時間は短い。そのため、変動を正しく捉えるためには、単にカウント数を比べるのではなく、上記のことを考慮して解析する必要がある。X 線イベントの座標は、検出器座標と ISS の姿勢情報から求められ、GSC の突発天体発見システムでは、この座標を用いてカメラの視野を求めている。しかし、GSC に比べ SSC は X 線カウント数が少なく (GSC: 平均 50 counts/s, SSC: 平均 1.5 counts/s)、約 70 %の視野しか求まらず、約 30 %の有効面積・露光時間が正しく計算できない。そこで、決定できない期間の視野を補間する機能を追加した。

読み出し間隔の考慮と視野の補間により処理できるデータが約 70 %から約 97 %に増えた。また、過去 10 回分の観測視野からの外挿を用いることで、誤差 0.3 度以内で視野が求められることを確認した。これは、PSF 1.5 度の SSC では十分な精度である。

有効面積・露光時間が一樣に計算できていることを確認した (図 1)。また、明るさが変化しない Crab の光度曲線が一定値に近づいていることから、これらの補正が正しく行われていることも確認した (図 2)。

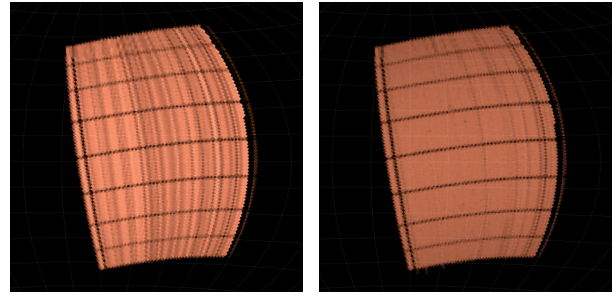


Figure 1. Exposure maps calculated by the nova-alert system before (left) and after (right) the modification.

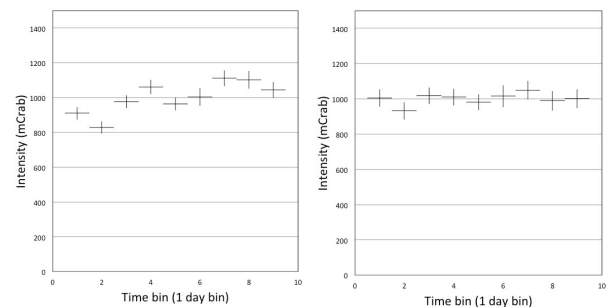


Figure 2. Crab light curves after the exposure time and effective area corrections, calculated by the nova-alert system before (left) and after (right) the modification.

4.5. 検出されたイベントの速報レベル(優先度)分け
突発天体発見システムは、イベントの緊急度と信頼度に応じた速報の優先度分けを行っている。しかし、GSC と SSC では、観測するエネルギー帯域等の違いから検出されるイベントの特徴が異なっている。

そこで現在、SSC データから検出された偽イベントの傾向や顕著な増光を示すイベントの傾向を調べることで、SSC データに対応した速報レベル分けのアルゴリズムの実装を行っている。

5. まとめと今後の課題

今回の改良によって、高い精度で X 線の変動を捉えることが可能となった。今後は、引き続き速報のレベル分けの改良を行い、GSC と同様に SSC においても自動検出を行う。

6. 参考文献

- [1] Matsuoka et al., PASJ, Vol.61, pp.999-1010, 2009
- [2] Mihara et al., PASJ, Vol.63, pp.623-634, 2011
- [3] Tomida et al., PASJ, Vol.63, pp.397-405, 2011
- [4] Morii et al., ApJ, Vol.779, article id.118, pp.13, 2013
- [5] Negoro et al., ASPC, Vol.434, pp.127-130, 2010