

MAXI/SSC データを用いた新天体発見のための地上ソフトウェアシステムの改良

Improvement of the ground software system for MAXI/SSC data to discover new transient 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 camera aboard the MAXI mission of the International Space Station. The SSC with CCDs (charge-coupled devices) monitors all the sky in the energy band below 2 keV for the first time. In this study, we improve the auto-detection algorithm to discover transient high energy phenomena such as stellar flares and X-ray novae using data obtained with the SSC so far. Here, we report the current status of the improvement of the detection algorithm.

1. 序

MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image)は、2009年7月に国際宇宙ステーション (ISS) に搭載された全天を監視する X 線モニターである^[1]。宇宙には高エネルギーで輝く天体が数多く存在し、その天体の活動からは多量の X 線が放射される。よって、全天から飛来する X 線を観測することより、天体の活動や正体を知ることができる。また宇宙では突然明るくなるような突発現象が起こる。全天を監視する MAXI は、このような現象を早期に発見して定点観測衛星や他波長の望遠鏡を用いた観測を促す。

MAXI には観測装置として2種類のカメラが搭載されている。1つは 3-20 keV のエネルギーの X 線に感度を持った GSC (Gas Slit Camera)^[2]、もう1つは 0.7-7 keV のエネルギーの X 線に感度を持った SSC (Solid-State Slit Camera)^[3] である。これまでの全天 X 線モニター観測はどれも 2 keV 以上のエネルギー領域で行われていたが、SSC では世界で初の 2 keV 以下の軟 X 線領域での全天スキャン観測を行っている。

本研究は、MAXI の地上データ処理システムの改良を行うことにより、SSC のデータを用いた軟 X 線領域での未だ発見されていない突発天体(突然明るく輝く天体)の発見や、X 線源の短・長期の時間変動の監視を目的としている。

2. 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によって行われている^[4]。オンライン解析は、最新のデータを ISS からのソケット通信によりリアルタイムで取得、または過去のデータをデータベースから同じくソケット通信により取得する。オフライン解析は、テキスト形式や FITS 形式^[5]でまとめられたファ

イル形式のデータを読み込む。解析の結果が本物の天体現象だと判断されると世界へ速報される。

本研究では、現在 GSC で用いられている本システムを、SSC に対応させる改良を行っている。

3. システム改良

3.1. SSC データの読み込み

SSC は太陽光の漏れによるバックグラウンドの変動などの理由から、スクリーニング処理後のデータを解析に用いる。そのため、GSC で用いられる ISS からのソケット通信によるリアルタイムでのオンライン解析は行えない。スクリーニング処理後の SSC データは天文分野で広く用いられる FITS 形式で保存されている。そこで、突発天体発見システムのソケットインターフェイスからの GSC データ取得部を SSC の FITS ファイルからの取得にも対応させた。

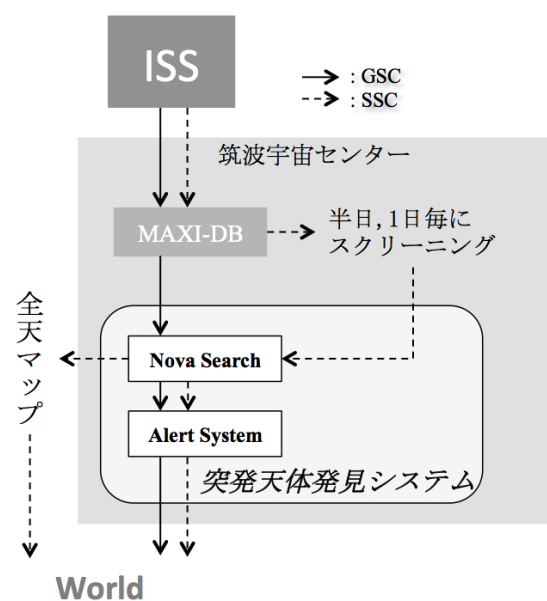


Fig. 1: Data flow of MAXI.

3.2. 自動処理

SSC データのスクリーニング処理は半日と 1 日毎に筑波宇宙センターで行われる。半日毎のデータには重複データが含まれ、突発天体発見システムは対応していない。そのため 1 日毎のデータを扱う。重複データの処理は今後の課題である。

このデータを今回の改良によって突発天体発見システムが自動で読み込み、描画処理を行う。データは ISS からの遅延データも含んだものを扱うため、観測から描画までに最短で 17 時間、最長で 41 時間遅れて処理される。作成された全天マップはウェブインターフェイスを用いてチーム内で確認できるようになり、突発天体探しが容易に行えるようになった。

全天マップは 1 周期(92 分)、4 周期、1 日、4 日の 4 種類のタイムスケールで描画を行っている。

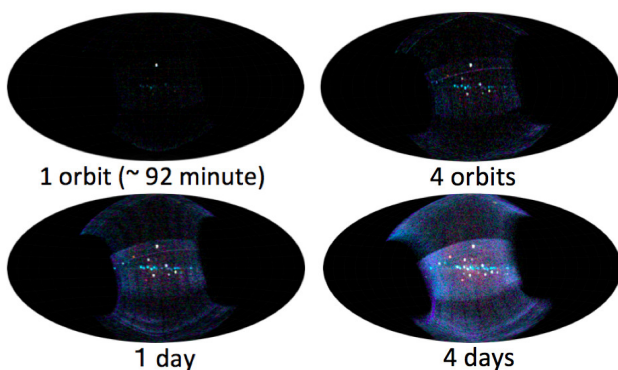


Fig. 2: Produced all-sky X-ray images using SSC data. (0.7-1.7 keV : RED, 1.7-4 keV : GREEN, 4-7 keV : BLUE)

3.3. バックグラウンド除去

突発天体発見システムは、最新 1 秒間と前 40 秒間のバックグラウンドの平均を比べてバックグラウンドを求め、バックグラウンドを除去する^[6]。このバックグラウンドの除去によって突発天体の検出の障害となる各領域でのバックグラウンドの変動を抑えることができる。

この処理は GSC と同様に SSC でも効果が見られる。このことから、このアルゴリズムが突発天体の自動検出に使えることを確認した。

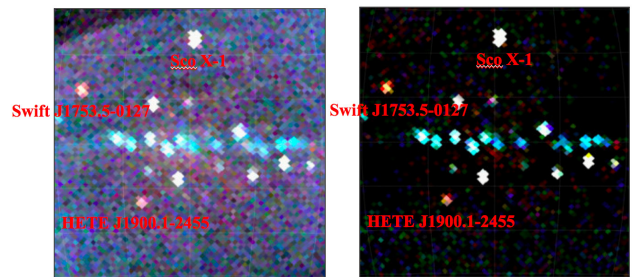


Fig. 3: (left) Before BG subtraction, (right) After BG subtraction.

3.4. 露光時間補正

ISS に搭載されている MAXI は、観測方向等の変化から観測毎にカメラの露光時間が変化する。突発天体を自動検出するためにはデータを露光時間で補正する必要がある。

GSC の突発天体発見システムには、カメラの視野から露光時間を求めるアルゴリズムがあり^[7]、SSC でも同アルゴリズムを用いる予定をしていたが、SSC は GSC と比べるとデータ数が少ないため、カメラの視野が求まりにくく、露光時間を正確に求めることができない。そこで SSC の少ないデータ数を補うために、直前のカメラの視野から観測されている視野を予測するアルゴリズムの実装を行っている。

4. まとめと今後の課題

今回の改良によって、自動で観測データの描画を行い、ウェブインターフェイスを用いた目視による突発天体探しが容易に行えるようになった。今後は引き続き SSC の露光時間を補正するための改良を行い、GSC と同様に SSC においても自動検出を行う。

5. 参考文献

- [1] Matsuoka et al., PASJ, Vol.61, pp999-1010, 2009
- [2] Mihara et al., PASJ, Vol.63, pp623-634, 2011
- [3] Tomida et al., PASJ, Vol.63, pp397-405, 2011
- [4] Negoro et al., ASPC, Vol.434, pp127-130, 2010
- [5] HEASARC, "CFITSIO User's Reference Guide, An Interface to FITS Format Files for C Programmers"
- [6] Ozawa et al., proc. on "The First Year of MAXI Monitor variable X-ray sources", pp45-47, 2010
- [7] 三好翔, 日本大学大学院理工学研究科修士論文, 2009