

全天X線観測装置MAXI Iの速報システムの改良

Improvement on the Alert System of Monitor of All-sky X-ray Image, MAXI

○諏訪文俊¹, 小澤洋志¹, 根来均²

*Fumitoshi Suwa¹, Hiroshi Ozawa¹, Hitoshi Negoro²

Abstract: One of main objectives of MAXI, Monitor of All-sky X-ray Image, is to discover X-ray transient objects. By scanning all the sky, MAXI can observe short- and long-term X-ray variabilities. MAXI is therefore the best X-ray instrument for the discovery of X-ray transient objects. If a transient object is discovered, Alert System that puts together data and checks it sends the information soon to MAXI-team members. I newly added some functions to the system, for example, a check of a shade effect by solar paddles.

1. 全天X線観測装置 MAXI

MAXIは進行方向と天頂方向に細長い視野を持っている(Figure 1). そして, MAXIが搭載されている国際宇宙ステーション(ISS)が約92分で地球を1周することで, 全天の観測を行っている. このようにMAXIは全天を常にスキャン観測しているため, 全天の短・長期のX線強度の時間変動を捉えることができる. そのため発生が予測できない突発天体の発見に対し, MAXIは非常に有効である.

突発天体を発見した際には, 他の観測衛星が追観測をできるように, 早急に世界へ向けて速報を流している. 今回, このMAXIの速報システムに対して, 誤報の原因の1つである太陽電池パドルによる遮蔽のチェックや, 今まで検出できなかったイベントを考慮した新たな検出条件の設定などをシステムへ組み込んだ.

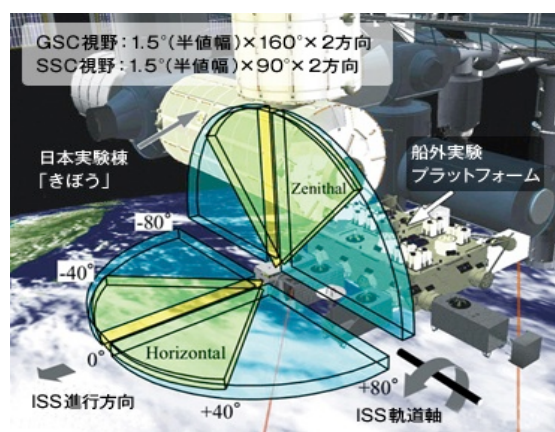


Figure 1. Field of view of MAXI. (JAXA)

2. 速報までの流れ

MAXIで観測されたデータは, ISSの機上から地上の筑波宇宙センター内にあるMAXI専用のデータ

ベース MAXI-DB へと送られる. ここでは送られてきたデータを, データとして扱いやすい形式に変換してデータベースに蓄積する. そして突発天体発見システムがこのデータを読み込み, HEALPix というライブラリを用いて, 天球を等立体角に分割した各領域でX線強度の時系列解析を行う. そこで閾値を超えるデータがあれば, その領域のデータが速報システムへ送られる. 速報システムは送られてきたデータをまとめ, 突発天体であるかチェックを行う. そこで突発天体だと認められれば, MAXI チームのメンバーへ速報を流す.

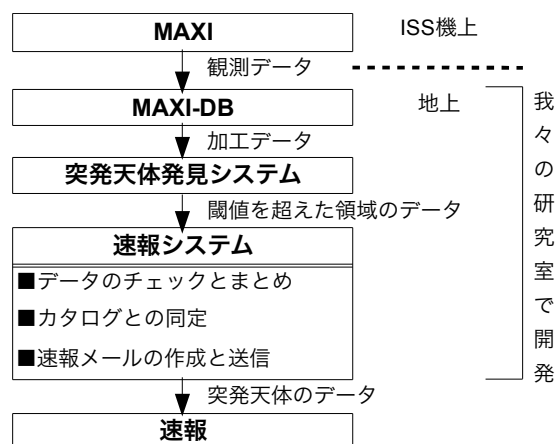


Figure 2. Procedure of alert.

3. 速報システム

データが送られてくると, 速報システムはデータに異常がないかを確認し, 問題がなければ隣接する領域のデータ同士を1つのイベントとしてまとめる. ここで検出器の性能により点源が広がって観測されることと, その広がりが天球を分割した1つの領域よりも大きいことから, 本物のイベントであれば複数

1: 日大理工・院・物理 2: 日大理工・教員・物理

の領域で広がって観測されることが期待される。そのためバックグラウンドの統計的ゆらぎにより偶然閾値を超えた場合に誤報を出さないように、単独の領域のイベントは排除している。次にまとめられたイベントに対してカタログとの同定を行い、既知天体であるかどうかをチェックする。そして、定常的に明るい天体と同定されれば、速報を出さない処理をしている。このように定常的に明るい天体を除いた、複数の領域に広がったイベントのみ速報を流す。イベントを最初に検出してから、最速で30秒ほどで速報が出される。

4. 実績

観測を開始した昨年8月から今年9月までに、突発天体などの緊急性の高い情報を世界に通知するサイトである ATel に 39 件、ガンマ線バースト専門の通知サイトである GCN に 12 件の投稿を行った。これらの9割以上は、我々の研究室で開発した突発天体発見システムと速報システムによるものである。

5. 太陽電池パドルの遮蔽判定

速報には誤報も少なからず存在する。その誤報の1つとして、太陽電池パドルによる遮蔽がある。これは X 線源がパドルによる遮蔽領域から出てきたときに、実際には増光していないが、増光したと判断されてしまう現象である。データ上では確かに増光しているため、本物のイベントかどうかの区別がつかない。従って今まではこのような現象に対して、人の手による確認が必要とされてきた。

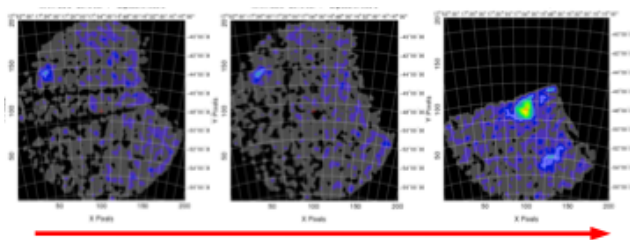


Figure 3. Fake transient event by a solar paddle.

そのような現状を改善するために、今回、速報システムに太陽電池パドルによる遮蔽の判定を組み込んだ。データのまとめにおいて、イベントが複数の領域に広がっていると分かれば、データのまとめと同時に遮蔽の判定を行う。判定は ISS の姿勢情報の取得、データベースからイベントに関する情報の取得、遮蔽判定という流れで行う。そして、イベントを捉えたカメラの内、どのカメラが遮蔽されていたかを

速報に記載する。速報の性質上、判定時間が重要となるが、判定は6秒程度でできるため、速報への支障なく判定が可能である。これにより、速報に対する判断の誤りの防止や、確認の手間が省けたことで、より早く世界へ向けた速報が可能となる。

6. 単独の領域でのイベントの判定

誤報以外の問題点として、発見の見逃しや速報の遅れが挙げられる。これらの理由の1つとして隣接複数領域でのイベントの検出という条件付けが挙げられる。単独の領域でのイベントについては削除を行っているが、稀に領域の中心で起こったイベントなどについては、周囲の領域の強度の増加が閾値に届かず、速報が出されなかった場合があった。

今までに捉えた増光のほとんどが既知天体によるため、判定については既知天体の近くで起こったイベントのみ行うことにした。既知天体の近くのデータについては、通常のチェックの他に、イベントのエネルギーバンドや送られてきたデータ数に関して、過去データを元に決定した新たな条件を設定した。そしてその条件を満たした場合については、単独の領域であっても速報を流すように改良を加えた。

この新しい判定の設定により、今まで隣接領域の条件を満たせずに発見できなかったイベントについても、速報することができるようになった。

7. ログの記録

今までは受信データと速報データのみ記録をしていたが、これらだけでは問題が起こった際の調査には不十分であった。よってデータが更新される過程についての記録を新たに行い、不具合が起こった際の調査をより詳細に行えるようにした。また、定期的に現在のデータを記録していくことで、データのロールバックを行えるようにした。これらの処理により、システムが落ちたったりアップデートをする際に、データを欠損せずに再起動することが可能となった。

8. 今後の課題

今回、いくつかの場合に対して改良を行った。しかし、まだ誤報や発見の見逃しになる要因は残っているため、今後もいかにして誤報や見逃しを減らすかが1つの課題である。その対処として、イベントが起こった領域の X 線の強度分布の形状を調べることや、異なる条件で動作させた突発天体発見システムからのデータを処理するために、複数クライアントに対応した処理機能を追加することを行っていく。