

# 全天X線監視装置 MAXI の初期運用への参加と軌道上較正方法の考察

The Initial Operation and Consideration of In-Orbit Calibration of The Monitor of All sky X-ray Image

宇宙情報解析研究室：P06044-4 五月女 哲哉      指導教員：久保田 あや   三原建弘 (理研)

2010 年 1 月 25 日

## 1 背景と目的

MAXI[1] は 2009 年 7 月 16 日に打ち上げられたスペースシャトル・エンデバーに搭載され国際宇宙ステーション (ISS) の日本実験棟 (JEM) 「きぼう」に取り付けられる全天 X 線監視装置である。「すざく」衛星などの X 線天文衛星が X 線望遠鏡を搭載し、天体を定めた指向性観測を行うのに対し、MAXI は地球の周りを 90 分で 1 周する ISS に取り付けられ、地球の反対側を 160 度の広い視野の持つて観測し続ける。従って立体角  $4\pi$  strad の全天にあるすべての天体をほぼ 90 分に 1 回の頻度で観測することができる。MAXI が全天を観測するにあたって観測精度を良くするために検出器の較正をすることが必要不可欠となる。本研究は、MAXI によって観測された X 線天体の X 線強度の期間変動カーブを作成し現在まで稼働し続けている RXTE 衛星 ASM により得られた天体からの X 線強度変動のデータと比較をして MAXI の軌道上較正をすることを目的とする。

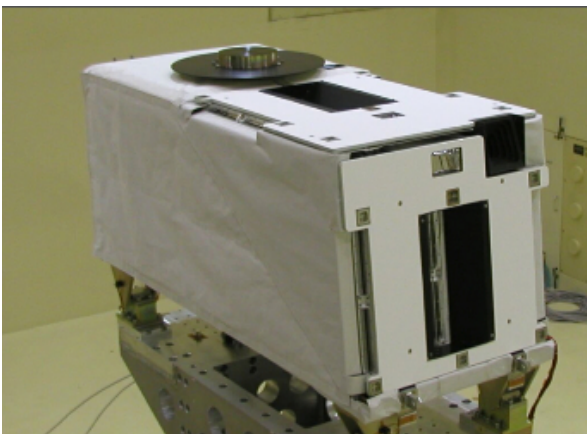


図 1: 全天 X 線監視装置 MAXI

## 2 MAXI の概要

### 2.1 MAXI 搭載検出器と全天観測の原理

MAXI は比例係数管検出器 (GSC)、CCD カメラ検出器 (SSC) の 2 種類の X 線検出器を搭載している。この検出器を各々進行方向と鉛直方向の 2 方向に向けて観測をする。MAXI では望遠鏡で集光する代わりに、スリットカメラの原理を用いて細い切り込み (スリット) と複数の薄板 (ス

ラットコリメータ) を用いて X 線をそれに通してから検出する仕組みになっている。これによって瞬間にある方向の X 線だけにしぼって検出できるようになり、左右の一次元検出器により X 線の飛来方向がわかる。ISS が地球を 1 周することによって全天の X 線画像が得られる。

### 2.2 過去の全天監視装置との比較

これまで稼働してきた全天監視装置には RXTE 衛星 [2] の All Sky Monitor (ASM) があり予測できない不規則変化する X 線源を素早く捉え、通報して主観測装置や地上の望遠鏡での精しい観測を換気する役割を果たしてきた。MAXI は RXTE (ASM) の感度を 20 倍上回り、これまで我々の銀河系内が観測のメインだったのに対して MAXI によって銀河系外を観測の対象にすることができる。

### 2.3 MAXI で期待される科学成果

MAXI は全天モニターとして過去最高の感度を持つ装置である。その感度によって、これまでの全天モニターではほとんど観測することのできなかった我々の銀河系外にある X 線天体の長期にわたる時間変動や、銀河系内外で起こる突発現象を早期に発見することができる。X 線強度をかに星雲の強度を 1Crab ( $1.5\text{--}12\text{keV}$  で  $4.16\text{ photons/s/cm}^2$ ) として表すと、RXTE 衛星での検出限界が 20mCrab 程度であるのにたいして MAXI は 1 日で 3-10mCrab、1 週間で 1-3mCrab、半年で 0.2mCrab の検出感度を持つ。これにより MAXI では、銀河系内外の常時約 1000 個の天体を長期にわたって観測できる。活動銀河核の X 線強度変動の時間尺度は、中心の超巨大ブラックホールの質量と比例するとされており、長い時間尺度による常時観測が期待されている。

具体的に、赤方偏移 1 以上の遠方銀河で発生する大質量星の一生の最期の極超新星爆発である「ガンマ線バースト」や突如 X 線で輝き始める天体現象である「X 線新星」、X 線新星ほど極端ではないが、通常期に比べ 10 倍から 100 倍に明るくなり、1ヶ月程度で元の明るさに戻る X 線天体の「フレア」などこれらの天体をいち早く検出し速報することができる。

これらの速報のほかにも未だ観測例が少ない 1 週間以上の長期間にわたる X 線変動天体をモニタし、未知の領域の観測を行うという役割も担っている。活動銀河核やブラックホール連星などは、多波長にわたって輝いている。この

ような天体の挙動を調べるには、多くの波長の観測装置を総動員して同時に観測する必要がある。X 線は宇宙に出て観測しなければならないため MAXI はあらゆる波長の学者に期待されている。

### 3 初期運用への参加

MAXI が打ち上げられて国際宇宙ステーションに取り付けられて 2009 年 8 月に運用が始まった。MAXI の運用は宇宙航空研究開発機構の筑波宇宙センターで行われており、日本時間午前 8 時から午後 8 時までの時間を昼当番が担当し、午後 8 時から翌日の午前 8 時までの時間を夜当番が担当することになっている。私はその昼当番として 10 月 9 日から 10 月 15 日の期間に筑波宇宙センターでの運用 [7] に参加した。

運用中の作業には、資料の印刷や会議の出席など決まった時間に行うものと終日一定時間ごとに行うチェックとがあり、以下の GSC の QL チェック、SSC の QL チェック、チャージアップのチェック、ノバサーチのチェック、理化学研究所との通信の接続チェック、中速系通信のチェックは一定時間ごとに行うものであり、Operation Data File の印刷、dp10 の作成、SSC の HK ープロットの作成、スケジュールコマンドの作成、運用開始時刻の確認・報告、夕方の会議の参加、TV 会議の参加、オペレーションレポートの作成、各種画面キャプチャの印刷は決まった時間に行うものである。ここでの運用で検出器の故障や X 線天体など重要な発見をすることがある。そのためこの初期運用は大きな役割を持つ。

## 4 X 線カウントレートの軌道上較正

### 4.1 ライトカーブの作成手順

軌道上較正方法の考察をするためつかに X 線強度変動カーブ (ライトカーブ) を作成した。ライトカーブを作成するためにはじめに観測データの画像、時間、位置、エネルギーの情報を持つイベントファイルの作成をした。作成したイベントファイルから天体の位置の領域とバックグラウンドの領域を指定しそれぞれの部分のライトカーブを作成した (図 2)。

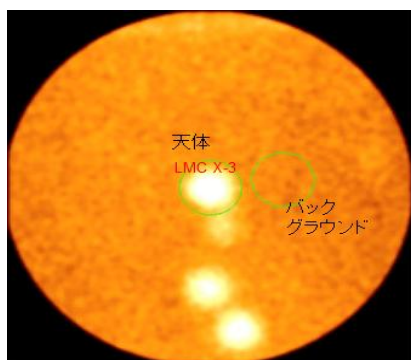


図 2: 天体とバックグラウンドのイメージ

できた天体の領域からバックグラウンドの領域を差し引きして天体の正味のライトカーブ作り有効面積で補正をする (図 3)。

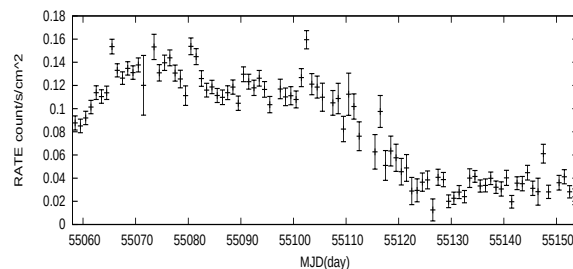


図 3: 補正されたライトカーブ

### 4.2 X 線強度の比較

軌道上較正のため、LMC X-3、X 線高度の強い天体である Crab、Cyg X-1 を用いて MAXI のライトカーブと RXTE のライトカーブで X 線強度の比較を行う。

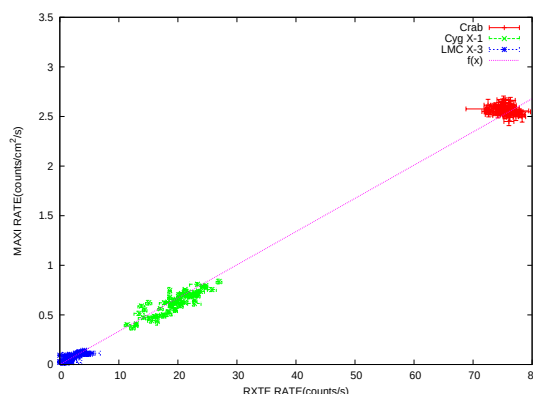


図 4: かに星雲の X 線強度の比較

## 5 まとめと今後の課題

RXTE 衛星と MAXI との X 線強度の比較をした結果、得られた近似曲線の  $\chi^2$  値が 1 に近づかず 22 よりも大きい値をとった。そのためこの結果からは近似直線は妥当であるとはいえない。 $\chi^2$  値が大きい値になってしまった原因に有効面積との関係があると考えられる。そのため、この光度と有効面積の相関について考えることが今後の課題となる。

## 参考文献

- [1] Matsuoka, M. et al. 2009, PASJ, 5
- [2] Marek Gierlinski. et al. 2006, MNRAS, 370, 2
- [3] 久保田 あや 博士論文 (東京大学) 2000
- [4] 平成 14 年度 MAXI 年報, 14, 251
- [5] 上野史郎 2006, 天文月報, 99, 441
- [6] 三原 建弘ほか 全天 X 線監視装置 (MAXI) 2002
- [7] MAXI チーム 2009 9 MAXI 運用マニュアル Ver.1.01