

## LIGO-Virgo-KAGURA トリガーによる MAXI データを用いた 重力波対応天体即時探査システムの開発

Development of MAXI GW Electro-magnetic Counter-part Search system by LIGO-Virgo-KAGURA using MAXI data

○副島良彦<sup>1</sup>, 根来均<sup>2</sup>

\*Yoshihiko Soejima<sup>1</sup>, Hitoshi Negoro<sup>2</sup>

Abstract: MAXI GW Electro-magnetic Counter-part Search system is a homepage created by Inagi, Y (graduated in 2019) and Ikejiri, T (graduated in 2019). On this homepage, check all-sky images taken by MAXI around the time when the gravitational waves occurred. This research is the development of a function to display light curves on the homepage. This function makes it possible to check celestial activity in the region in more detail.

### 1. 序

重力波対応天体即時探査システムのホームページは、池尻智哉 (2019 年度卒) と稲木勇成 (2019 年度卒) により作成された<sup>[1][2]</sup>。このホームページは、重力波望遠鏡 LIGO, Virgo, KAGURA が重力波を検出した際に送られるメールをトリガーとして、重力波が検出された領域の MAXI のデータにより作られた全天画像を表示する。表示された全天画像を確認することで、重力波が検出された領域内の天体の活動を目視で確認することができる。

本研究では、重力波対応天体即時探査システムのホームページに、光度曲線を表示させるプログラムの作成を目的とする。光度曲線を表示させることで、重力波イベントが発生した領域内をより詳しく確認することができる。

### 2. MAXI

MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image) とは、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」に設置されている全天 X 線監視装置である。MAXI は、水平方向と天頂方向に視野を持ち、比例計数管ガススリット・カメラと 2 種類の X 線カメラによって全天のスキャン観測を行っている。また、MAXI は、天体からの X 線の他に、地球の磁場に捕らわれた荷電粒子も検出するため、検出された変動が天体由来のものであるかどうか判別する必要がある。

### 3. 光度曲線

光度曲線とは、天体からの光の強度を時間の関数で表したグラフであり、グラフの縦軸を天体からの光の強度、横軸を時間とする。本研究の目的は、MAXI が天

体からの X 線の強度変動を検出したデータを元に光度曲線を描き、天体由来の変動であるかどうかを判断できるようにすることである。

### 4. 検出器座標系

光度曲線を作成する際、赤道座標系の極付近の歪みの影響を考慮するため、観測データを MAXI の検出器座標系で表してから観測領域を指定し、光度曲線を描く。検出器座標は、縦軸を 1 秒ごとの観測時刻  $dptc$ 、横軸を検出器のベリリウム膜上の位置座標  $bex$  とする。

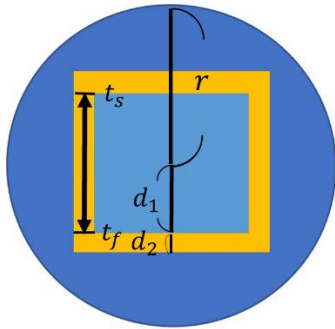
### 5. 光度曲線の作成

MAXI の観測データを用いて、定常の Crab の光度曲線を描いた (Fig. 2)。光度曲線に用いる 1 秒当たりの光子のカウント数  $n_d$  は天体領域の 1 秒あたりの光子のカウント数  $n_s$  から、バックグランド領域の光子の総カウント数  $N_b$  に、天体領域とバックグランド領域の面積比  $\alpha$  をかけ、天体領域の観測時間  $t$  で割ることで求めたバックグランド領域の 1 秒当たりの光子のカウント数を引くことで求める (式 (1), 式 (2), 式 (3), Fig. 1)。

$$n_d = n_s - \frac{\alpha N_b}{t} \pm \sqrt{n_s + \frac{\alpha^2 N_b}{t}} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{(2d_1)^2}{\pi r^2 - (2(d_1 + d_2))^2} \quad (2)$$

$$t = t_f - t_s + 1 \quad (3)$$



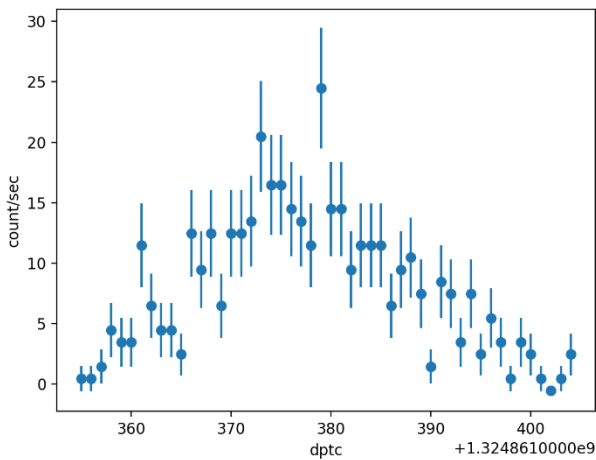
**Figure 1.** Observation region (light blue : source region, yellow : spread region, blue : background region).

## 6. 今後の課題

赤道座標系から検出器座標系に変換する際、観測領域の中心座標の情報が失われるため、検出器座標系での中心座標を求め、その座標を基に観測領域の範囲を指定できるようにする。また、MAXI の有効面積を考慮する。

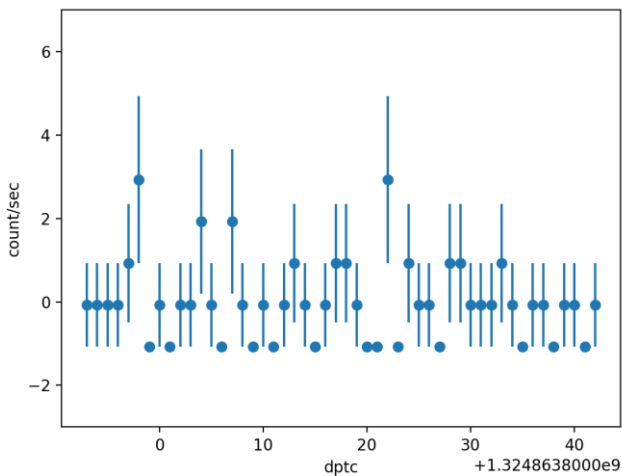
## 7. 参考文献

- [1] Ikejiri, T. 2019, Bachelor's thesis, Nihon University
- [2] Inagi, Y. 2019, Bachelor's thesis, Nihon University



**Figure 2.** Light curve of Crab (2.0-20.0 keV)

また、天体領域からバックグラウンド領域のカウント数が正しく引けているか確認するため、天体領域内に天体が存在しない領域を観測領域とした光度曲線を描いた (Fig. 3). 各データ点を足し合わせ、平均値を求めると、0.028 となり、理論値の 0 とほぼ一致した。



**Figure 3.** Light curve of background (2.0-20.0 keV)