

O-16

全天 X 線監視装置 (MAXI) による SFXT IGR J18483-0311 の観測

Monitor of All-sky X-ray Image (MAXI) observation of the SFXT IGR J18483-0311

○榊原大貴¹, 根来均²*Hiroki Sakakibara¹, Hitoshi Negoro²

Abstract: Monitor of All-sky X-ray Image (MAXI) was installed on the Japanese Experiment Module (JEM) “Kibo” of the International Space Station (ISS) in 2009 July. Some Supergiant Fast X-ray Transients (SFXTs) objects such as IGR J18483-0311 are detected automatically by the MAXI nova alert system. We have investigated X-ray time variability of IGR J18483-0311 and the orbital periodicity in the X-ray light curves using MAXI data for approximately four years from the beginning of the mission. As a result, we found that the largest X-ray flare during the mission, reaching a flux of 14 mCrab in the 2-20 keV energy range, took place in 2011 January. From a power spectrum analysis, we also confirmed the approximately 18.50 day periodicity of IGR J18483-0311, corresponding to the orbit period observed with INTEGRAL, RXTE and Swift.

1. 研究目的

SFXTs は、欧州宇宙機関 (ESA) の INTEGRAL 衛星によって初めて発見された大質量 X 線連星 (HMXBs) の一種である^[1]. この系は、コンパクト天体の中性子星と OB 型超巨星で構成されており、一部の SFXT 天体では、軌道周期に伴う X 線強度変動も発見されている^[2]. また、軌道周期は NASA の RXTE/ASM や Swift/BAT 衛星でも発見されている^{[3][4]}.

この系の特徴は、一般の大質量 X 線連星 (HMXBs) と比べ、数秒から数分で flux ピークに達する急激な X 線強度上昇と、luminosity 変動幅が 5 桁にも達する天体も確認されているフレアである。しかしながら、これらの原因はわかっていない^[5]. そのため本研究では、3-20 keV の低エネルギー領域で SFXTs 天体の軌道周期を確認し、巨星から中性子星へのガスの降着が多くなる近星点で起こりうる SFXTs 天体に特徴的な X 線強度変動の原因解明を目的とする。

2. 全天 X 線監視装置 (MAXI)

MAXI は、2009 年 7 月 24 日に国際宇宙ステーション (ISS) の日本の実験棟 (JEM) に搭載され、同年 8 月 15 日より観測を開始した全天 X 線モニター (ASM : All-Sky Monitor) である^[6].

MAXI には、2 種類のカメラが搭載されている。1 つは比例計数管を用いた、視野 $1.5^\circ \times 160^\circ$ 、3-20 keV の X 線エネルギー領域を観測する GSC (Gas Slit Camera) で、もう 1 つが、視野 $1.5^\circ \times 90^\circ$ 、0.7-7 keV の X 線エネルギー領域を観測する CCD を用いた SSC (Solid Slit Camera) である。このカメラが ISS の進行方向に対し、それぞれ水平方向と垂直方向に設置されている (図 1

参照)。そして ISS が地球の周りを約 92 分間で周回することで全天をスキャンしている。

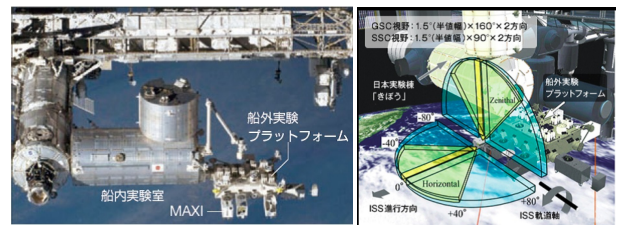


Fig. 1 : (left) MAXI on the ISS and (right) its fields of view (yellow area : SSC, blue area : GSC)^{[7][8]}.

3. Supergiant Fast X-ray Transients (SFXTs)

この系のフレアの例として IGR J16479-4514 がある。その形は、200~300 秒で X 線強度上昇し、 890 ± 60 秒で指数関数的に減少する^[9]。

またこの天体の静穏時とフレア時の X 線 luminosity の変動幅の大きさは、静穏時が $\sim 10^{32} \text{ erg s}^{-1}$ 、フレア時が $\sim 10^{37} \text{ erg s}^{-1}$ と最大級の 5 桁を示すことが観測されている^{[5][10]}。

4. IGR J18483-0311

IGR J18483-0311 は、2003 年 4 月、INTEGRAL によって 10 mCrab (15-40 keV) のフレアが報告され^[11]、また軌道周期は、RXTE/ASM で 18.55 ± 0.03 日^[3]、INTEGRAL/ISGRI (20-40 keV) で 18.52 ± 0.01 日^[2]、Swift/BAT で 18.518 ± 0.005 日と報告されている^{[4][12]}。

この天体は、MAXI では位置分解 ($1^\circ \times 1^\circ$) に影響を及ぼす天体が少なく、これまでも MAXI によるフレアの検出が確認されていることから調査した。

1 : 日大理工・院・物理、 2 : 日大理工・教員・物理

5. IGR J18483-0311 のデータ解析

データ解析には, MAXI/GSC (2-20 keV のエネルギー領域) のデータの運用開始時から約 4 年間の X 線強度変動 (1.5 時間ビンと 6 時間ビン) を利用している.

フレアの調査には, 1.5 時間ビンを 6 時間分にまとめたデータを作成した. またそのデータは, 1.5 時間ずつずらして作成し, フレアのピークを調査した.

X 線強度変動の調べた結果, 4σ , 14 カ所, 5σ , 1 カ所のフレアと思われる増光が確認できた. その中でも 5σ レベルの増光は, 2011 年 1 月 22 日, 2-20 keV のエネルギー領域で $0.035 \text{ counts s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ (14 mCrab) の flux に達するものだった (図 2 参照).

パワースペクトルを用いて約 4 年間の X 線強度変動の周期性を調べた結果, 波数 79 (約 18.50 日周期) と波数 20 (約 73.08 日周期) にピークが見つかった (図 3 参照). この中で, 波数 20 (73.08 日周期) は ISS の軌道歳差運動周期による擬似的なものと考えられ, 波数 79 (18.50 日周期) は, RXTE や INTEGRAL の観測で見つかった軌道周期と 2σ レベル, Swift の観測で見つかった軌道周期と 4σ レベルで一致した.

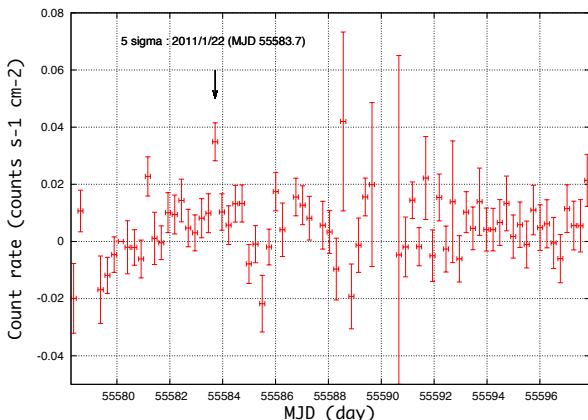


Fig. 2 : 2-20 keV light curve of IGR J18483-0311 obtained with MAXI/GSC near the periastrons.

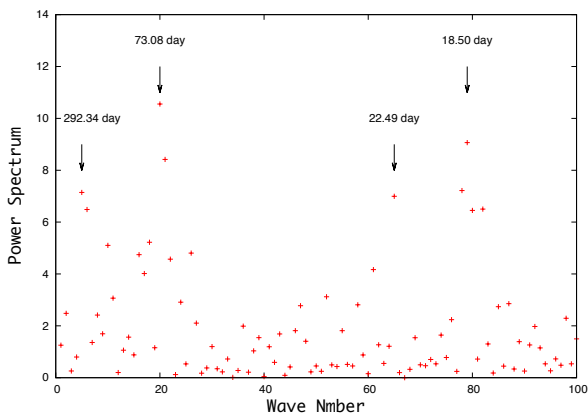


Fig. 3 : Power spectral density of IGR J18483-0311.

6. まとめと今後の課題

今回の調査によって, MAXI でも 4σ , 5σ レベルのフレアらしき X 線強度変動の検出が確認された. また, RXTE や INTEGRAL が報告した軌道周期と 2σ レベル, Swift が報告した軌道周期と 4σ レベルで一致した 18.5 日の周期性も確認された.

今後の課題として, 別の SFXTs 天体の軌道周期の確認, 調査を行う. また, 得られた強度分布や特徴から, SFXT のモデルに対する制限を加えることである.

7. 参考文献

[1] Negueruela I et al: “ SUPERGIANT FAST X-RAY TRANSIENTS: A NEW CLASS OF HIGH MASS X-RAY BINARIES UNVEILED BY INTEGRAL”, ESASP, pp165, 2006.

[2] Sguera V et al: “an accreting X-ray pulsar observed by INTEGRAL”, A&A, Vol.467, pp249-257, 2007.

[3] Levine A. M. et al: “Detection of Additional Periodicities in RXTE ASM Light Curves”, ATel, No.940, 2006.

[4] Skinner G et al: “Long term monitoring of Integral sources with Swift/BAT”, Proc. 7th INTEGRAL Workshop, pp130, 2008.

[5] Sidoli L: “Supergiant Fast X-ray Transients: a review”, arXiv, 2013.

[6] Matsuoka M et al: “MAXI Mission on the ISS: Science and Instruments for Monitoring All-Sky X-Ray Images”, PASJ, Vol.61, No.5, pp999-1010, 2009.

[7] Riken, http://www.riken.jp/r-world/info/release/news/2010/oct/fea_01.html

[8] ISAS, <http://www.isas.ac.jp/j/forefront/2009/ueno/02.shtml>

[9] Ubertini P et al: “INTEGRAL review of HMXBs, SFXTs”, 2010.

[10] Walter R et al: “Probing clumpy stellar winds with a neutron star”, A&A, Vol.476, pp335-340, 2007.

[11] Rahoui F et al: “IGR J18483-0311: a new intermediate supergiant fast X-ray transient”, A&A, Vol.492, pp163-166, 2008.

[12] Romano P et al: “Swift/XRT monitoring of the supergiant fast X-ray transient IGR J18483-0311 for an entire orbital period”, Mon. Not. R. Astron.Soc, Vol.401, pp1564-1569, 2010.