

# MAXI を中心とした Be/X-ray Binary , LS V +44 17 の 観測

薄井 竜一

2010 年 8 月 31 日

# 1 Be/X-ray Binary とは

## Be / X-ray Binary

### Be星と中性子星からなる高質量連星系

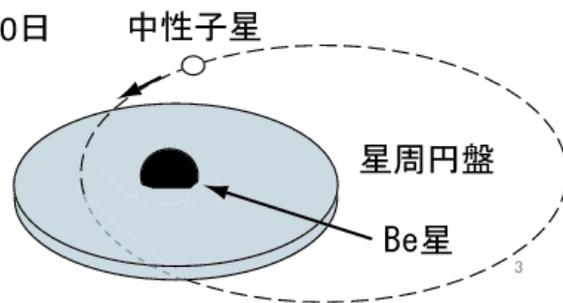
Be星 : Luminosity class III~Vの早期型星で、H $\alpha$ がかつて一度でも輝線で観測されたことのあるもの

- 長楕円軌道 離心率 0.1-0.9
- Be星が星周円盤を形成
- 星周円盤を横切る or 近傍を通過  
→ ガス降着によるX線放射

周期的増光 数10日-数100日

突発的増光

- RX J0146.9+6121
- EXO 2030+375
- A 0535+262



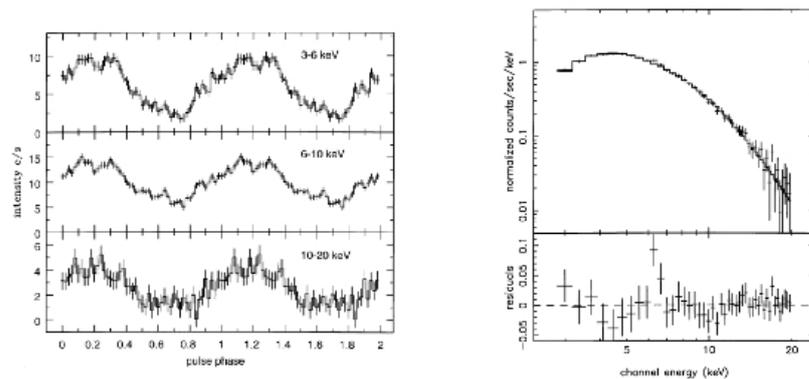
Be/X-ray Binary(BeXB) とは Be 星と中性子星からなる連星系である。この連星系は一般に長楕円軌道をもち、中性子星が Be 星のつくる星周円盤をよこぎる、もしくはその近くを通過する際に周期的な outburst をおこすと考えられている。また軌道周期とは無関係に突発的な outburst を起こすものもある。BeXB は高質量 X 線連星系のうちの半分以上をしめ、典型的なものは RX J0146.9+6121, EXO 2030+375, A0535+262 などがある。

## 2 LS V +44 17

### LS V +44 17

別名 : BSD 24-491, RX J0440.9+4431

- ROSAT Galactic plane surveyによって発見 (Motch et al. 1997)
- 静かな (persistent, 増光を示さない) Be / X-ray Binary
- RXTEによる観測 (Reig & Roche 1999)
  - スピン周期  $202.5 \pm 0.5$  sec
  - スペクトル Cut-off power law ( + Fe line? )



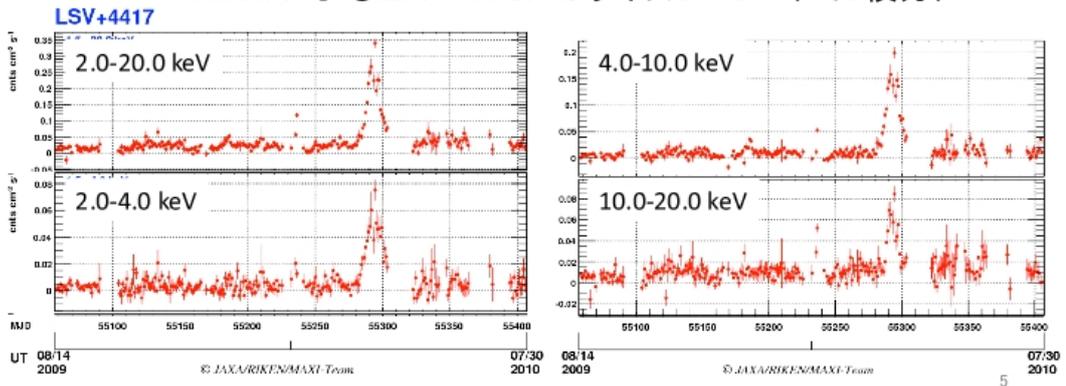
今回 outburst が報告された天体” LS V +44 17” は 1997 年に発見され, その後の RXTE 衛星による観測, Reig & Roche(1999), によって周期 202.5 秒のパルスが観測されている (下左図)。また, 同論文の中ではこの BeXB が静かな (persistent), つまり周期的, 突発的いずれのタイプの outburst も起こさないとしている。今回の観測によってこれは覆される形となった。参考として下右図に 1999 年の観測時のスペクトルを示す。

### 3 MAXI による LS V +44 17 の増光検出

## MAXIによるLS V +44 17の増光検出

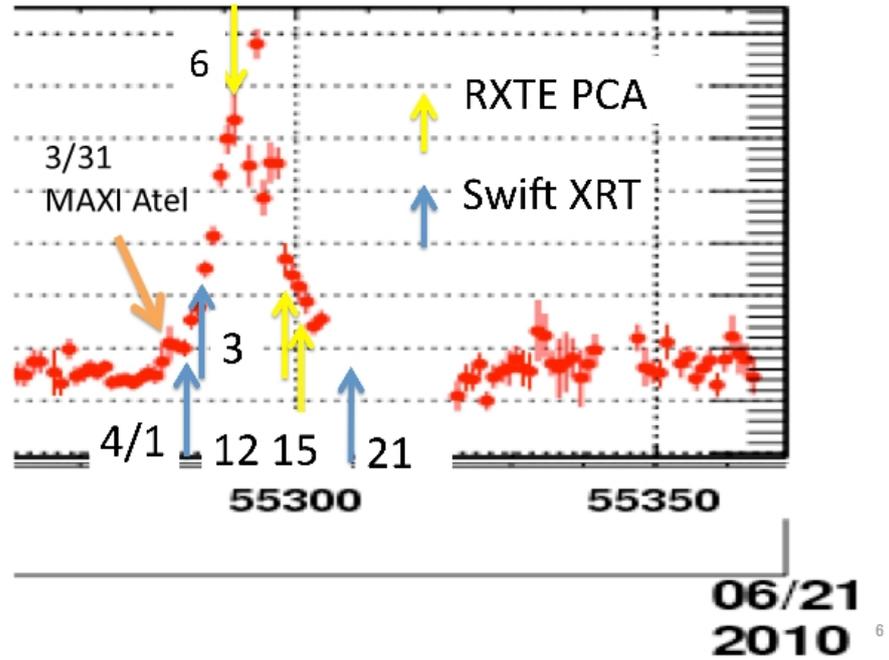
- MAXIによって増光が初検出  
→ Atelに世界最速で報告(2010-3-31 Atel #2527)
- RXTEによるToO観測(4/6 Atel #2537  $P_{\text{spin}} \sim 205.5 \text{ sec}$ , 4/12, 4/15)
- Swiftの自動検出と観測(4/1, 3, 21)

MAXIによるLS V +44 17のライトカーブ(1日積分)



今年(2010年)の3月31日, MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image) は LS V +44 17 の outburst を検出した。その後 MAXI チームはこれを ATel に報告し (ATel #2527), RXTE 衛星による ToO (Target of Opportunity) 観測がなされ, 205.5sec のパルスが ATel に報告された (ATel #2537)。また, Swift 衛星がこの outburst を誤検出し自動観測が2回行われている。下図は MAXI による長期間観測から得られたエネルギーバンドごとの1日積分ライトカーブである。

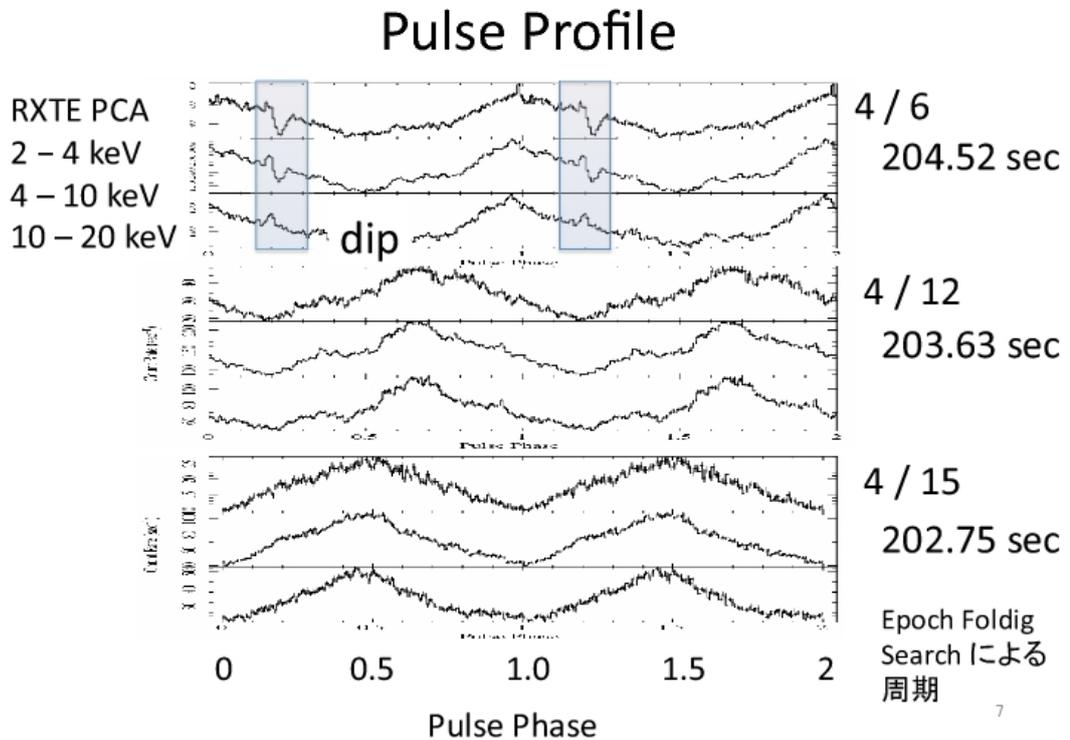
## 増光中の X 線観測



この図は前ページのライトカーブ (2-20keV) のうち outburst の部分を拡大し、RXTE、Swift による観測が行われた日時をともに表示している。MAXI は outburst のほぼ全体をカバーしており、それと相補的にポインティング観測が行われている。最終的に LS V +44 17 は 100mCrab 以上まで増光した。

## 4 観測結果

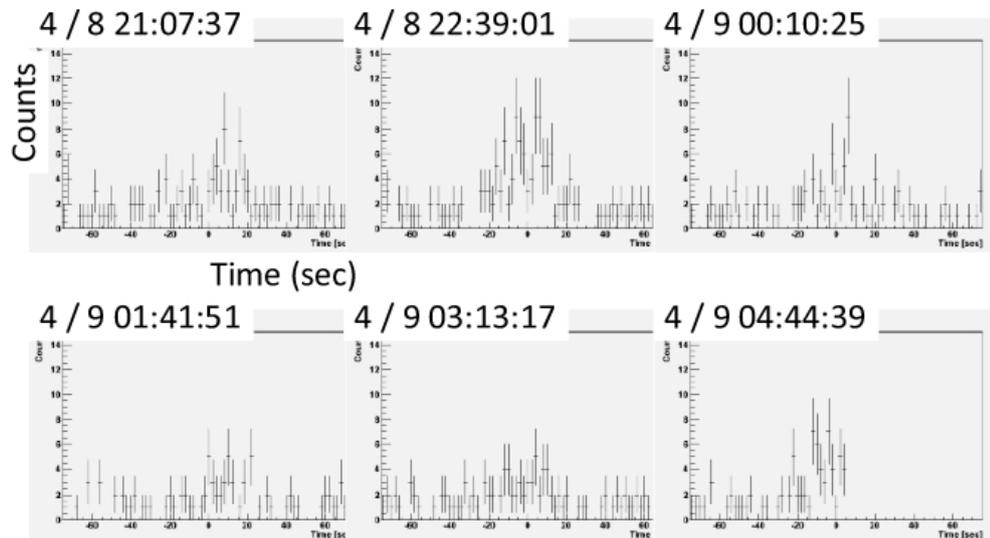
### 4.1 Pulse Profile



以下では RXTE 衛星による観測に対する解析の結果を報告する。RXTE 衛星によって得られたライトカーブをもとに Epoch Folding Search を行い、周期解析をおこなった結果図右側に示す pulse 周期が推定された。この推定周期をもとにライトカーブを畳み込むことで得られた pulse profile を示す。これをみるとパルス全体は正弦波状になっており、また 2010 年 4 月 6 日の観測時には pulse にへこみ (dip) の存在が見て取れるが、その後の観測では見えていないことがわかる。

## 4.2 MAXI の Scan ごとのライトカーブ

### MAXI 1 スキャンごとの Light Curve

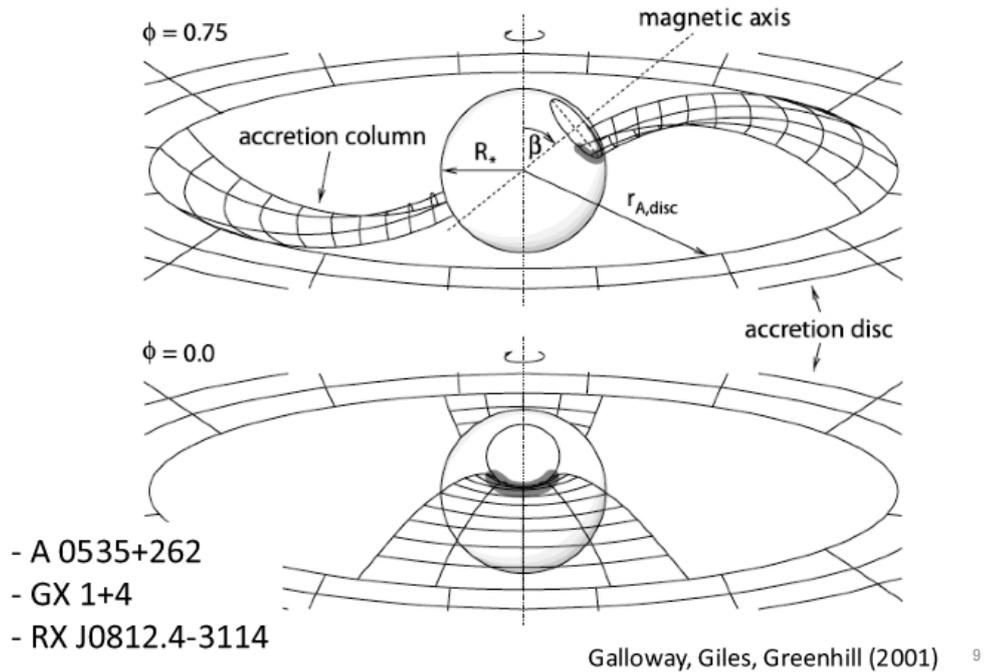


8

前ページに示したパルス中の dip は MAXI のライトカーブにも見られる。例えば 4 月 9 日 00:10:25 の Scan では一度カウントレートが上昇した後、一度減少しているように見え、これが dip に相当すると期待される。しかし、このライトカーブは必要となる補正が不十分であるためこれ以上の詳細をここでは扱わない。

### 4.3 dip のメカニズム

## Dip の発生メカニズム



Dip の生じる原因としては次のような推測がなされている。Galloway et al.(2001) によれば中性子星の magnetic pole が我々の視線方向を向いているとき、そこに流れ込む accretion column により中性子星表面で生じる放射が吸収や散乱を受け、この結果パルス中に dip が生じると言われている。これを模式的に示したのが上図である。よって phase resolved spectroscopy を行うことで dip の phase とそれ以外で吸収や散乱に関連したパラメーターが変化するかを検証すべきであり、現在これを行っている。

## 5 まとめと今後の解析

### まとめ

- LS V +44 17 は静かなBe/X-ray Binary だった  
1997年の発見以降増光をみせなかった
- MAXI で初の増光が観測された  
世界最速で報告を行った
- 増光時, 204.52- 202.75 sec までスピン周期が変化
- Pulse Profile に Dip (へこみ) が見える  
→ 降着流による吸収?

10

### 今後の解析

- パルス周期, 位相の決定  
→ MAXI, RXTE Swift を合わせた周期解析
- Phase Resolved Spectroscopy  
→ Dip の phase でのスペクトル変化
- Phase Averaged Spectroscopy  
→ 鉄輝線?  
増光の強度別変化

11

MAXI はこれまで outburst を起こさないタイプであると思われていた Be/X-ray Binary , LS V +44 17 の outburst を検出し世界最速で報告を行った。その後行われた RXTE 衛星 , による観測を解析した結果 , pulse profile に特徴的なへこみ (dip) がみられることがわかった。パルサーのパルスにみられるこうした dip は中性子星の magnetic pole の角度と視線方向が近いときに起こると考えられているがまだ詳細はわかっていない。今後の解析により dip の発生機構および突如 outburst を引き起こした原因などを解明していきたい。