

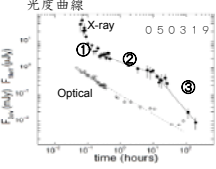
かなた望遠鏡で観測したX線フレアのあるGRB07112C

の近赤外線からX線までのスペクトル変化

上原 岳士、植村 誠、新井 彰、笹田 真人、大野 雅功、山崎 了、深沢 泰司、高橋 弘充、大杉 節、山下 卓也、川端 弘治、磯貝 瑞希、水野 恒史、片桐 秀明、永江 修、保田 知則、宮本 久嗣、田中 祐行、松井 理紗子 (広島大)、佐藤 修二、木野 勝 (名古屋大)

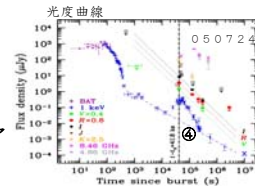
I, Introduction

ガンマ線バースト (GRB) の代表的な残光の特徴



X線残光の特徴

- ① べき -3.0 乗で急激に減光する (~300秒)
- ② べき -0.5 乗で緩やかに減光する (~10⁴秒)
- ③ べき -1.3 乗で減光する (~10⁵秒)
- ④ 約半数の減光に短時間だけ明るくなるX線フレア



X線フレア

今までX線ではたくさん議論され、その起源は遅れて発生したシェル同士による内部衝撃波モデルが有力であるとされている。このモデルはX線フレアが見られるが、可視域では見られないことを示している。従って、理論モデルの検証には多波長の観測データが必須である。現在までは、X線一電波までの同時観測はある。

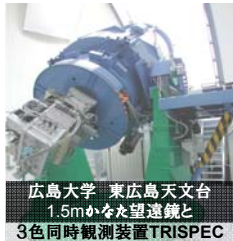
しかし、早期から近赤外-可視帯域でスペクトルの観測は非常に困難で観測例は少ない。まして、フレア期のスペクトル変動を多波長で追うことはできていない。

研究の目的

今までGRBのX線フレアでは赤外-X線の密な観測はない。

X線フレアの赤外-X線までのスペクトルを得て、X線フレアだけの多波長スペクトル変化を得る。

II, GRB 07112C の観測

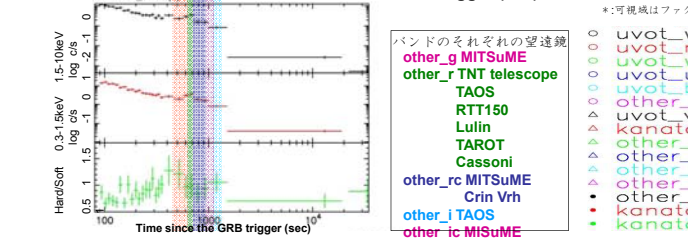
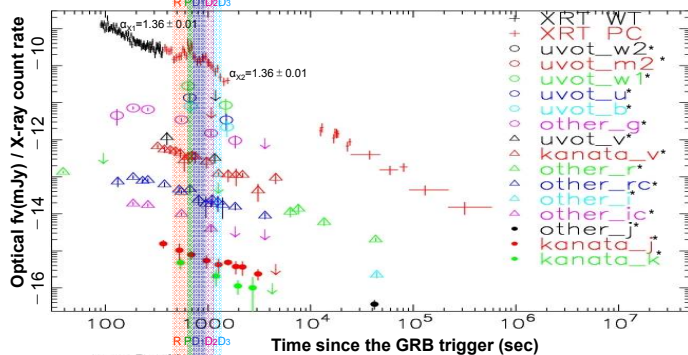


我々はX線フレア時期に密な可視・近赤外線域の多色観測に成功した (Uemura et al., GCN 7062)。

2007年11月12日18時32分57.54秒にSwift衛星が検出したGRB 07112C (z=0.8230 Jakobsson et al., GCN 7088) を広島大学東広島天文台1.5m望遠鏡「かなた」にTRISPECを搭載しバースト発生から324秒後から観測を行った。

TRISPEC (Triple Range Imager and Spectrograph: Watanabe + 05) は、かなた望遠鏡のカセレン焦点に取り付けられている。これは、名古屋大学佐藤研 (Z研) で開発された可視・近赤外同時撮像分光偏光装置である。同時に赤外2バンドと可視1バンドのデータ

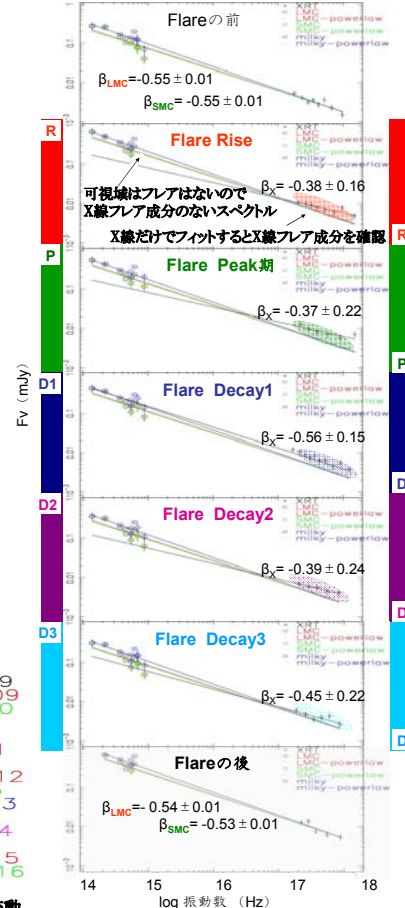
近赤外-X線にまでわたる光度曲線



光度曲線ではバースト約480-1100秒後の期間にX線では4.2倍増光したフレアが見えるが、可視域では有意な変動は見えない。このようにX線フレア期に今までで最も密な近赤外-X線のデータを得られた。

V, スペクトルからの考察

残光スペクトルの時間変化



残光のスペクトルの作成方法

- X線のデータをpowerlaw+wabs モデルでフィットし $N_{\text{H}} = 7.4 \times 10^{20} \text{ cm}^2$ を得る
- 典型的な母銀河のそれぞれの $N_{\text{H}}/A_{\text{V}}$ から A_{V} を得る
- $A(\lambda)/A_{\text{V}} = a(\lambda) + b(\lambda)R_{\text{V}}$ (波長依存性係数) から $R_{\text{V}} = 3.1$ を仮定して $A(\lambda)$ を求める (Cardelli + 89)
- それぞれの $A(\lambda)$ から母銀河による吸収を補正する
- その光度曲線をpowerlawでフィットする
- そのpowerlawからほしい時間の等級を得る
- 等級からmJyに変換する (Poole + 07)

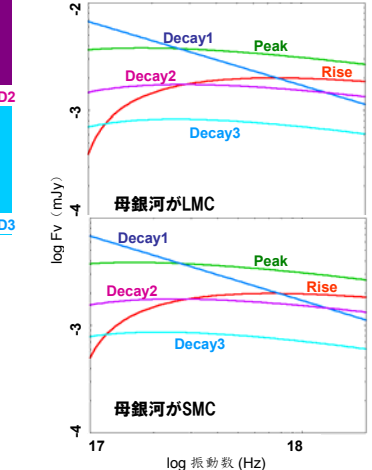
- 可視域とX線までのスペクトルをpowerlawでフィット
 - フレアが起こる前と後ではべきがかわらない
 - 可視のべきは光度曲線からも変化しない $N_{\text{H}}/A_{\text{V}} = 10^{20}$ 程度
- LMC: 一番明るく見える大マゼラン雲 7.6
SMC: 一番近い銀河である小マゼラン雲 15.0
Milky: 天の川のような渦巻銀河 1.6

X線フレア期のスペクトルの作成方法

- 可視域では光度曲線からX線フレアの影響はない
- 可視域だけでpowerlawでフィットする
- (それが、X線フレア成分のないスペクトルになる)
- X線域だけでpowerlawでフィットする
- その二つの差分をとりそれをX線フレアとした

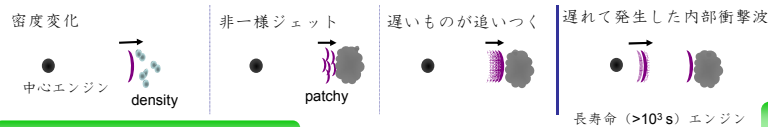
注意: Milkyで補正したときの可視域だけでフィットした結果とX線域だけでフィットした結果が大きく異なるのでここではmilkyの吸収の場合を除く。

X線フレアだけのスペクトル時間変化

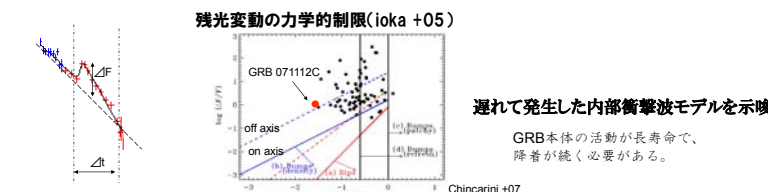


注意: LMCかSMCかの差は今回は小さくなく、どちらかを特定することは今回はしない。

III, X-ray flareのモデル



IV, 光度曲線からの考察



遅れて発生した内部衝撃波モデルを示唆

GRB本体の活動が長寿命で、降着が続く必要がある。

X線フレアの時間変化は

高エネルギー光子が発生し、低エネルギー光子がより増光し、残光と同じくらいまで低エネルギーになり、さらに減光しながら先に低エネルギー光子がなくなり完全に減光する。

VI, まとめ

我々はX線フレアの今までで最も密な近赤外線と可視域の観測に成功した。X線フレアのスペクトル時間変動を初めて明らかにした。

課題

光度曲線では遅れてきた内部衝撃波モデルが有力という結果だが、今回得たスペクトルの時間変動ではどうなるかを議論する。