

GeV/TeV帯域で検出された ガンマ線バーストの 初期X線残光における 緩慢減衰期の統計的性質



青山学院大学
佐藤 優理

With 山崎 了、坂本 貴紀、芹野 素子

Ref.: R. Yamazaki, Y. Sato, T. Sakamoto, & M. Serino (2020)

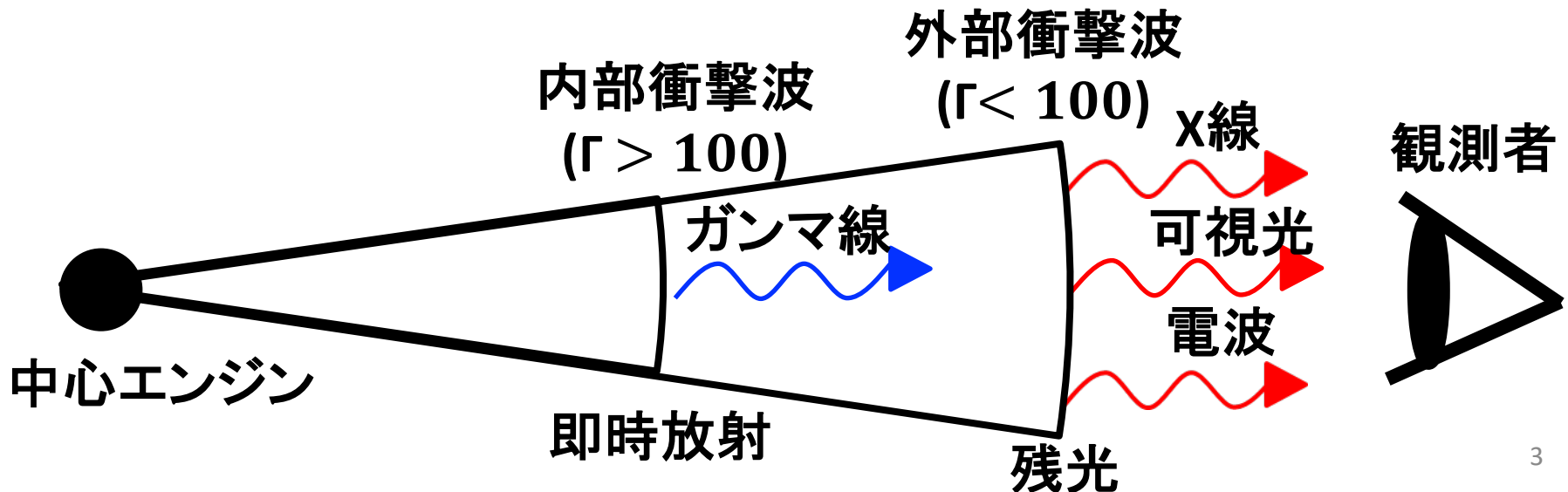
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 494, 5259-5269

目次

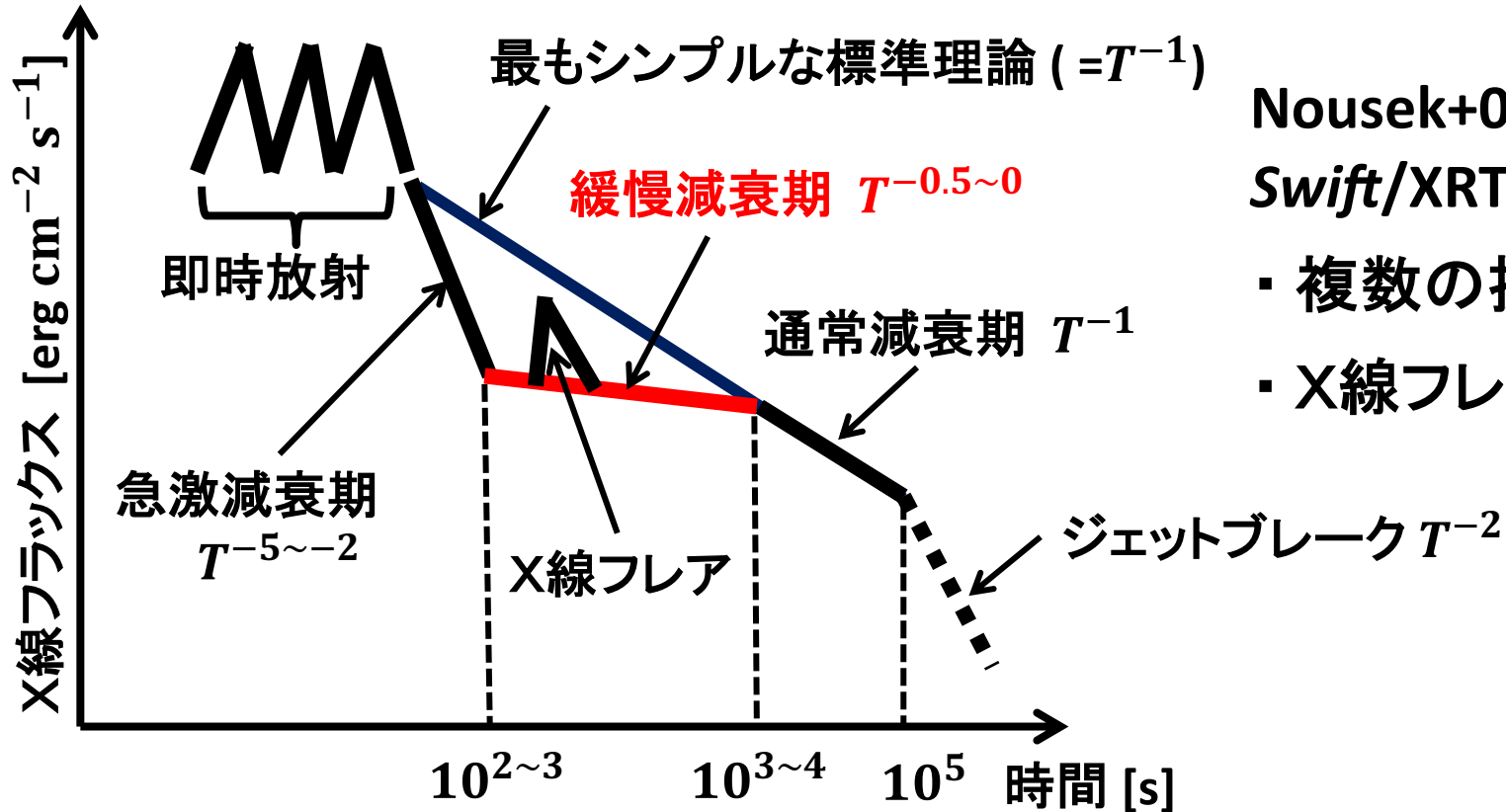
- 導入
- 研究内容
 - サンプル選択
 - フィッティング方法
 - フィッティング結果
 - 考察
 - まとめ
- 解釈と今後の展望

ガンマ線バースト(GRB)

- 0.1 秒から100 秒程度の間に天球面上のある一点から約10 keV～10 MeV程度のガンマ線が観測される現象.
- GRB発生後同じ場所にX線源や可視光源、電波源が出現し数日かけて暗くなる残光が観測される.
- ブラックホールや中性子星の近傍から放出する相対論的なジェットから生じると考えられている.



X線残光の緩慢減衰期



Nousek+05

Swift/XRTによる観測

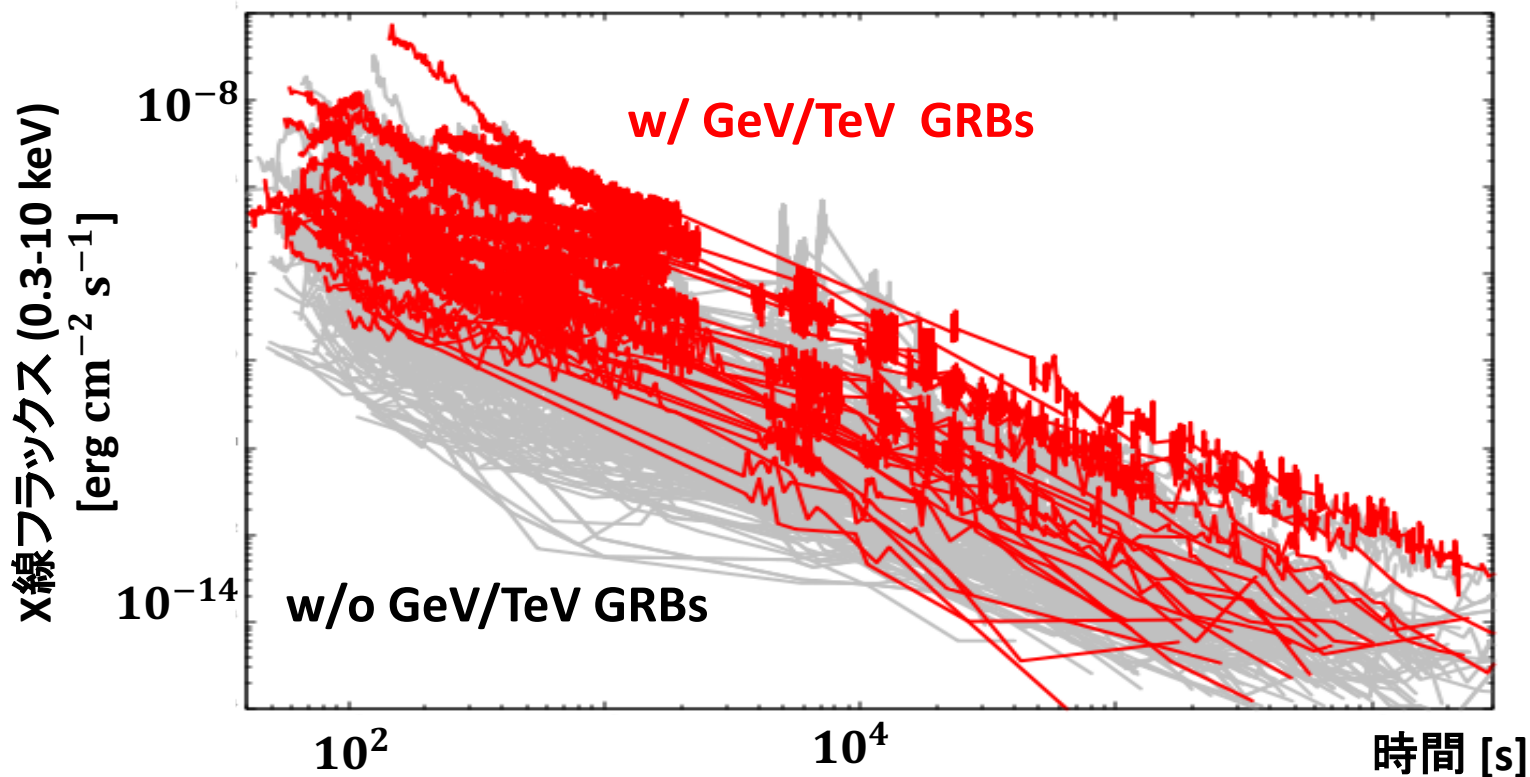
- ・ 複数の折れ曲がり.
- ・ X線フレアも発生.

最もシンプルな標準理論では T^{-1} よりもゆるやかな減衰を説明するのは難しい.

緩慢減衰期はX線残光の光度曲線において
最大の謎の一つ.

研究目的

GeV/TeV帯域で検出されたGRBも少数ある。



GeV/TeV帯域で検出されたGRB

→ 緩慢減衰期がない傾向にある可能性がある。

→ X線残光の緩慢減衰期の起源に迫れるかもしれない。

サンプル選択

条件: *Swift* XRT で残光が観測されていること.

	GeV/TeV 放射	LAT観測期間	数
グループ1	あり LATあり (24) TeVあり (3) (GRB180720Bは両方あり.)	2008年8月~ 2018年8月	26
グループ2	なし LAT未検出. 赤方偏移が決定.	2008年8月~ 2018年8月	155
グループ3	なし LAT視野内で未検出. 赤方偏移決定. (13)	2008年8月~ 2012年2月	36

フィッティング方法①

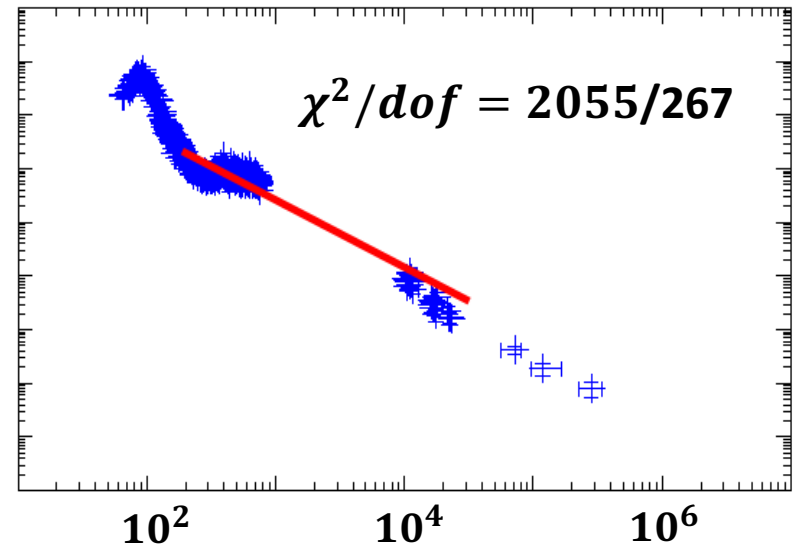
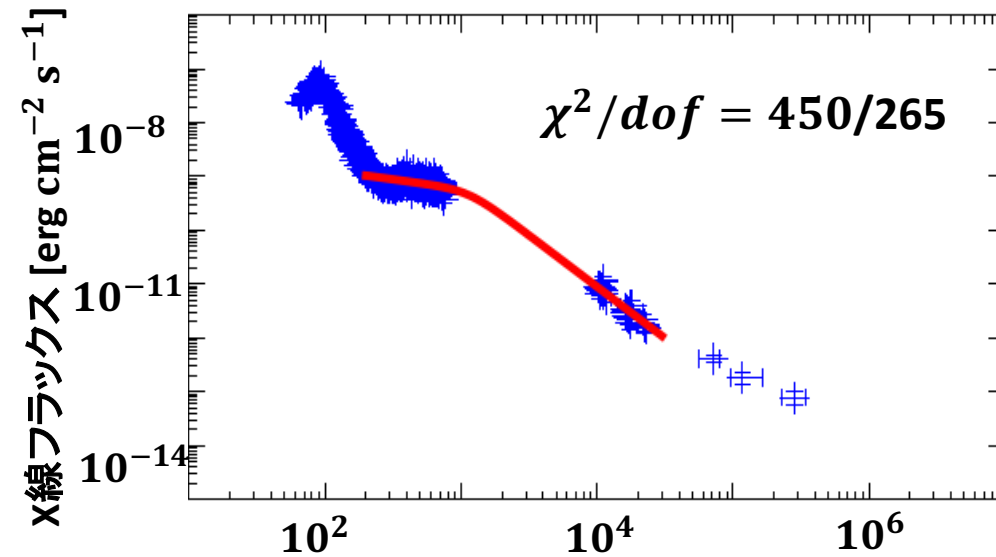
Double Power Law (DPL)

$$f_D(t) \propto \left[(t/t_b)^{3\alpha_1} + (t/t_b)^{3\alpha_2} \right]^{-1/3}$$

Single Power Law (SPL)

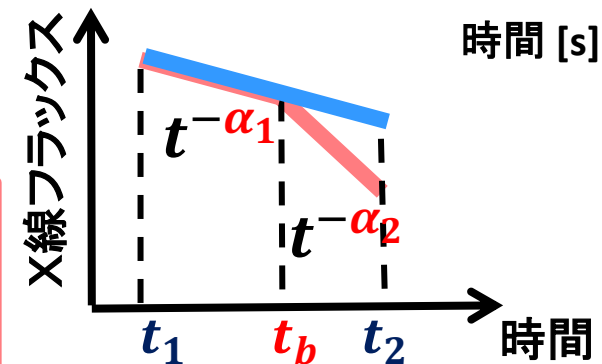
$$f_S(t) \propto t^{-\alpha_1}$$

GRB170906A (DPLイベント)



緩慢減衰期と通常減衰期の
時間帯をフィッティングした。

DPLイベント ($\Delta\chi^2 \geq 10$, dof の差 = 2)
→ **19** イベント (GeV/TeV帯域)



フィッティング方法②

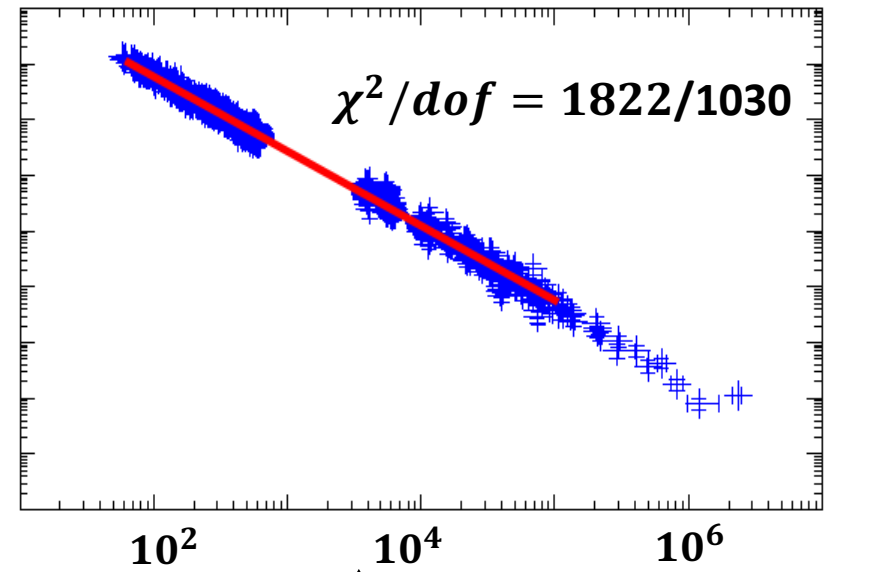
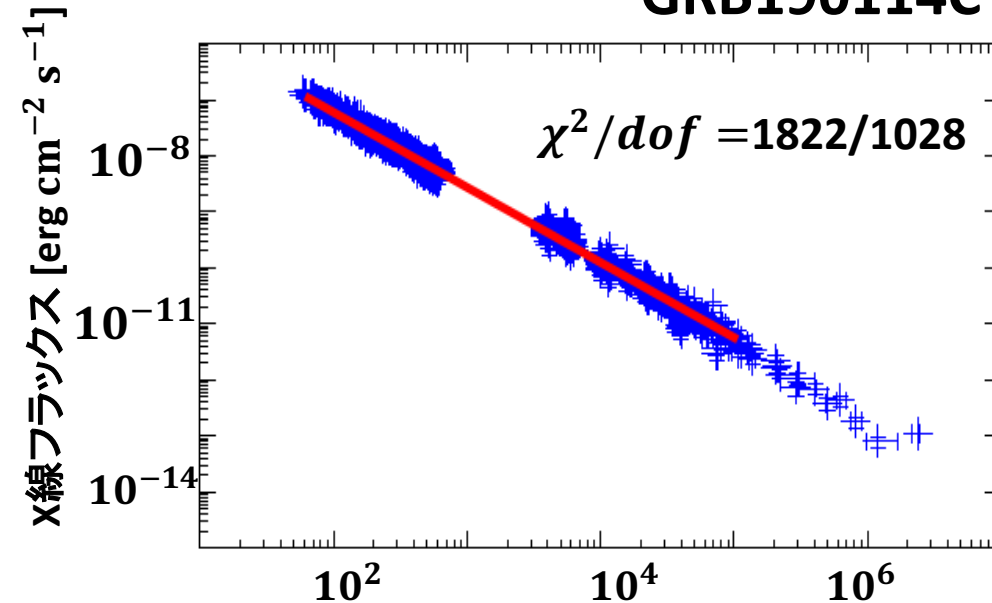
Double Power Law (DPL)

$$f_D(t) \propto \left[(t/t_b)^{3\alpha_1} + (t/t_b)^{3\alpha_2} \right]^{-1/3}$$

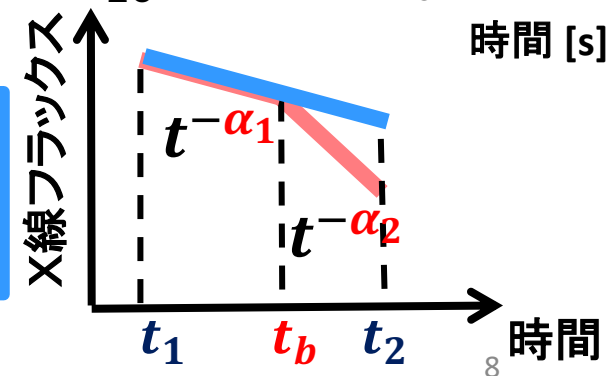
Single Power Law (SPL)

$$f_S(t) \propto t^{-\alpha_1}$$

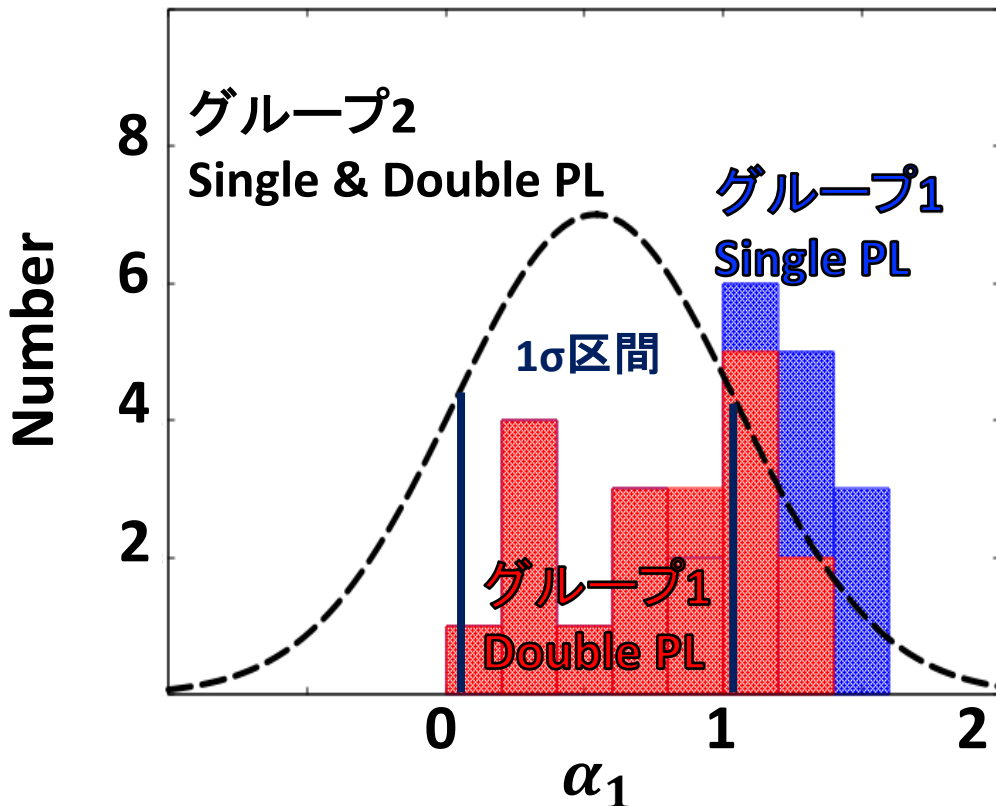
GRB190114C (SPLイベント)



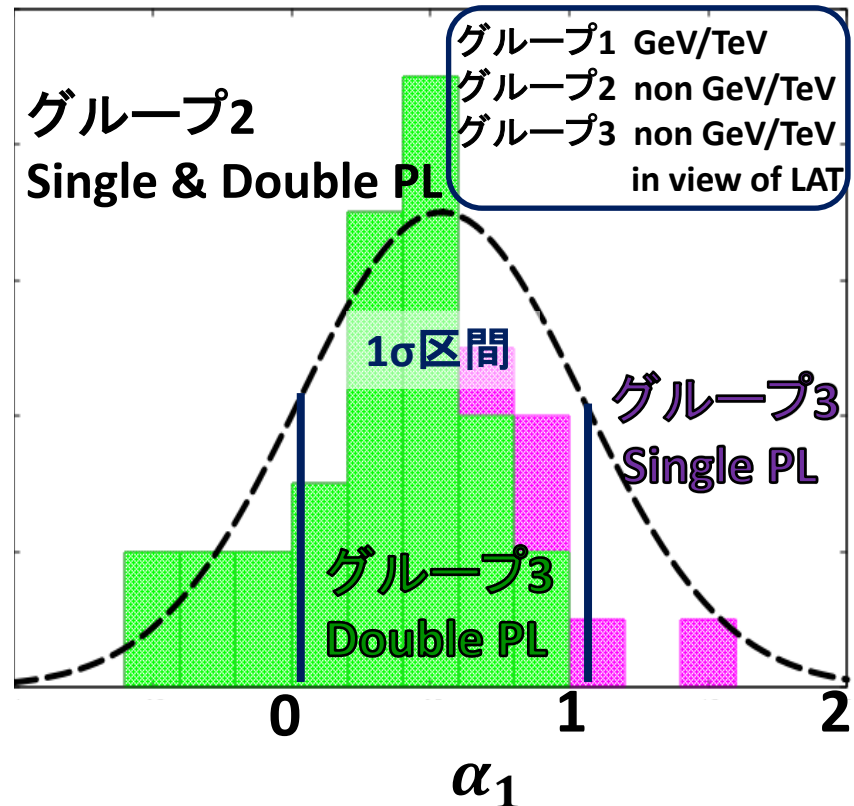
SPLイベント ($\Delta\chi^2 < 10$, dof の差 = 2)
→ **7** イベント (GeV/TeV帯域)



フィッティング結果①

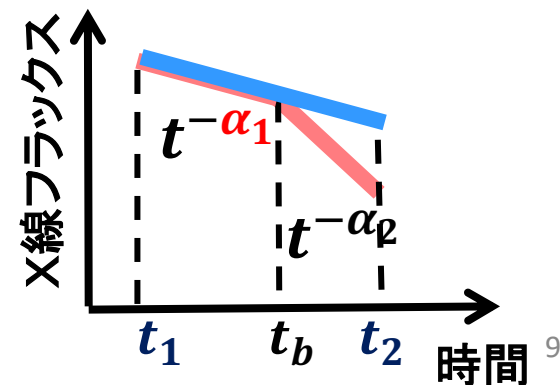


破線の1 σ より外 14/26.

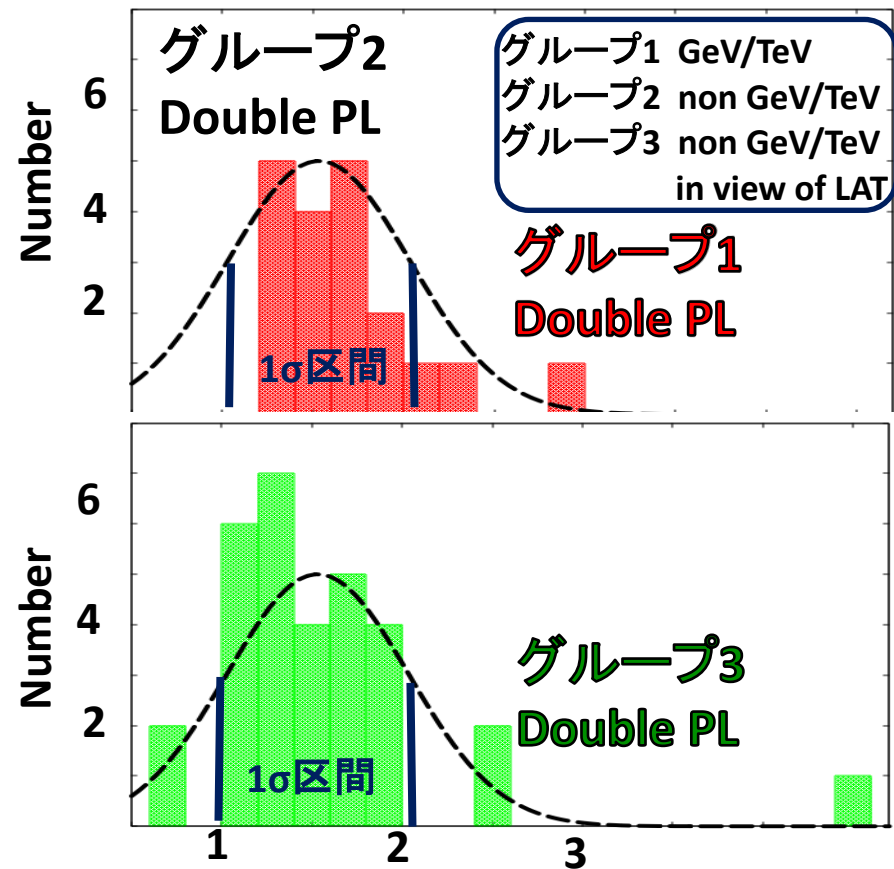
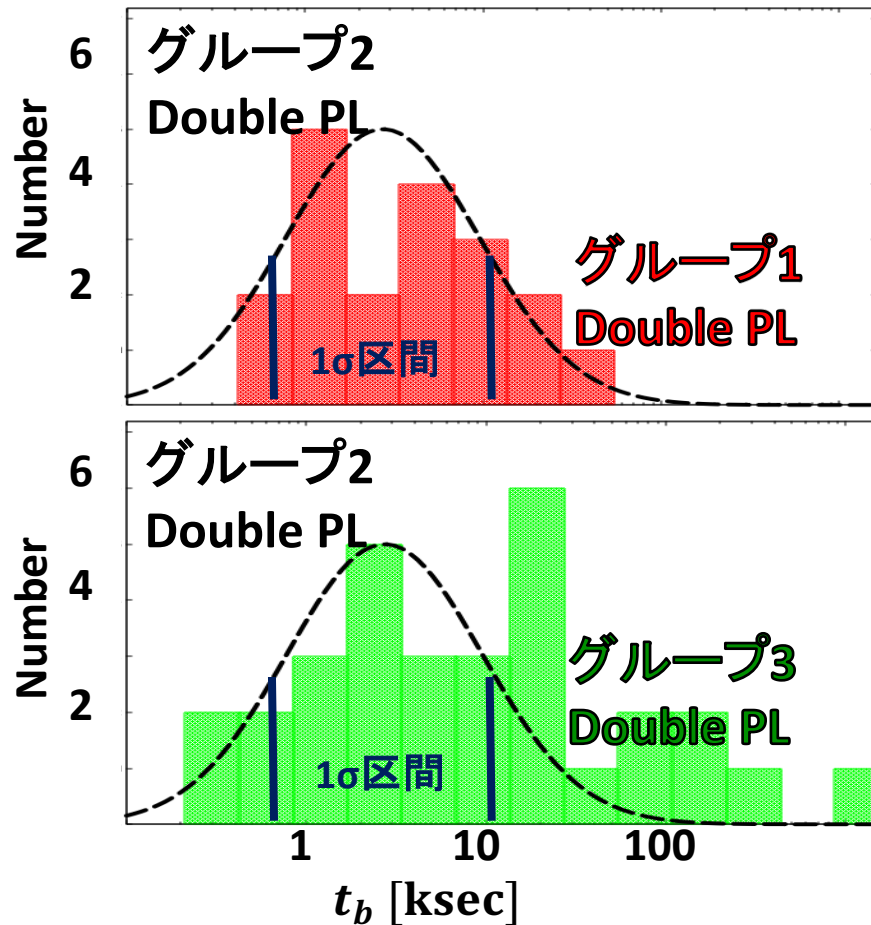


破線の1 σ 以内 29/36.

標準的なイベントよりも α_1 の値が
大きい傾向にある.

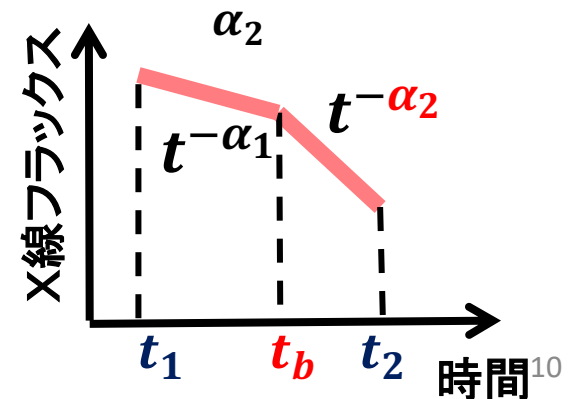


フィッティング結果②

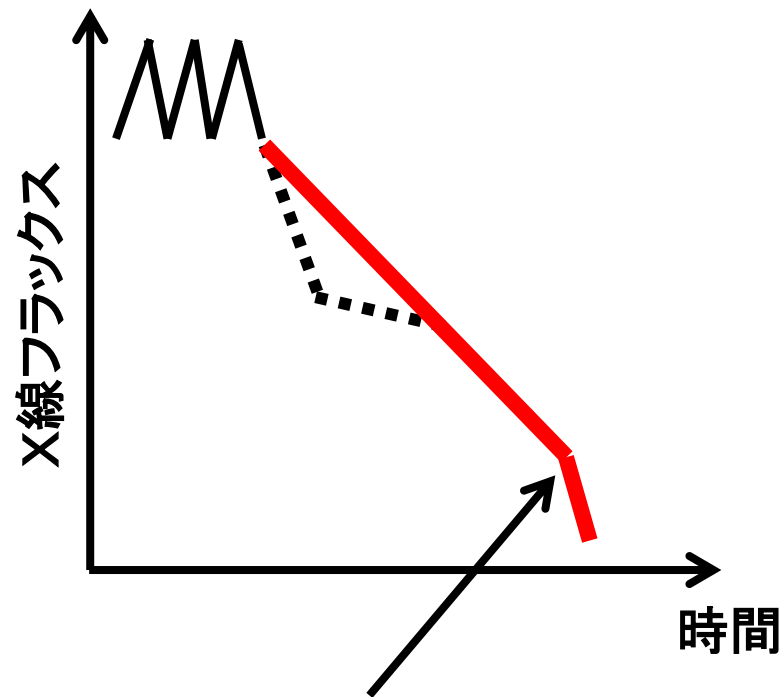
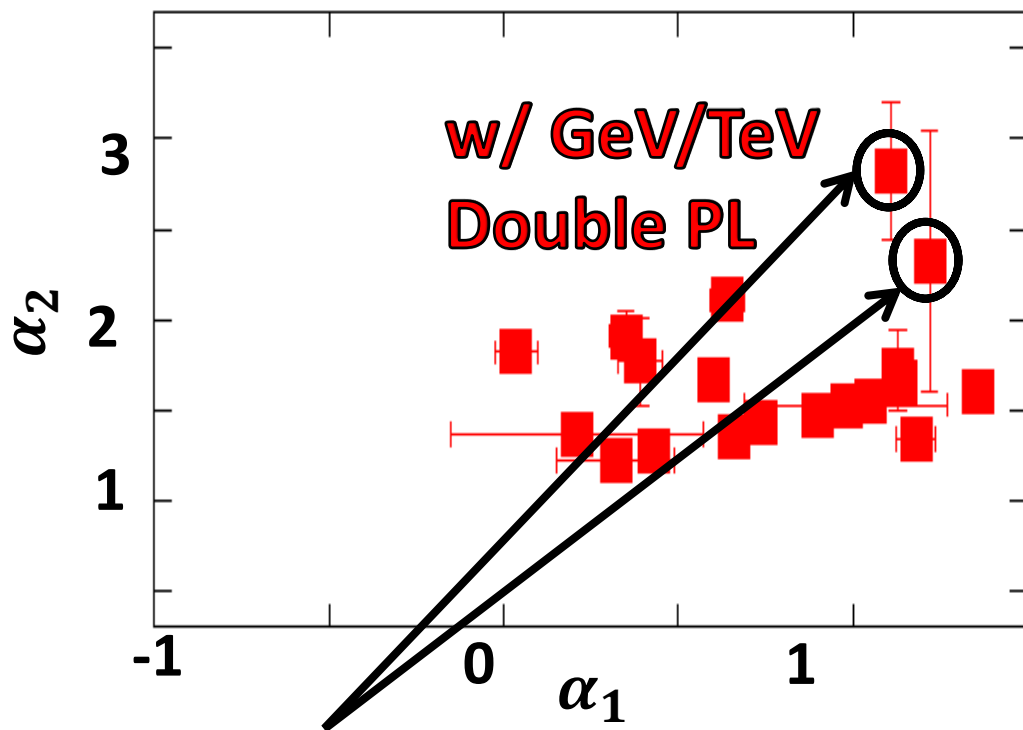


全てのグラフで半分以上のイベントが破線の1 σ 以内にある。

t_b と α_2 の値は標準的なイベントと似ている傾向にある。



考察①



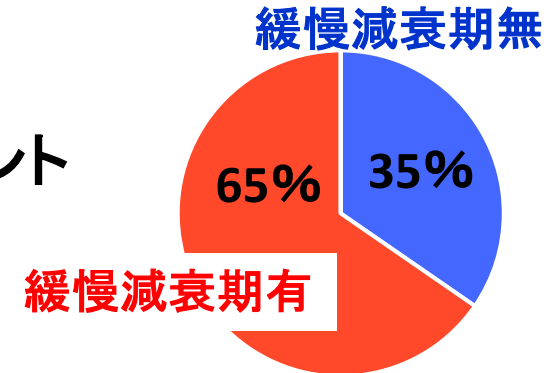
α_1 と α_2 の値が大きい。通常減衰期とジェットブレイクで折れ曲がっている。

緩慢減衰期がないイベントとみなせる。

考察②

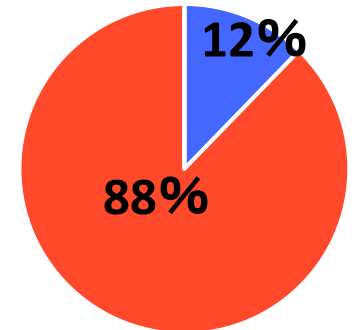
GeV/TeV帯域で検出され緩慢減衰期がないイベント

$$9/26 \approx 35\%$$



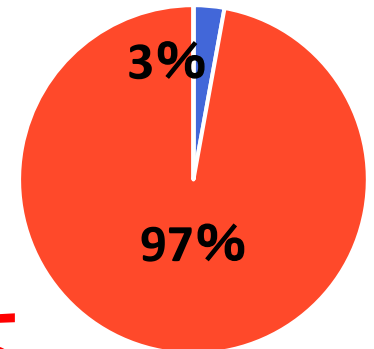
GeV/TeV帯域で検出されず緩慢減衰期がないイベント

$$19/155 \approx 12\%$$



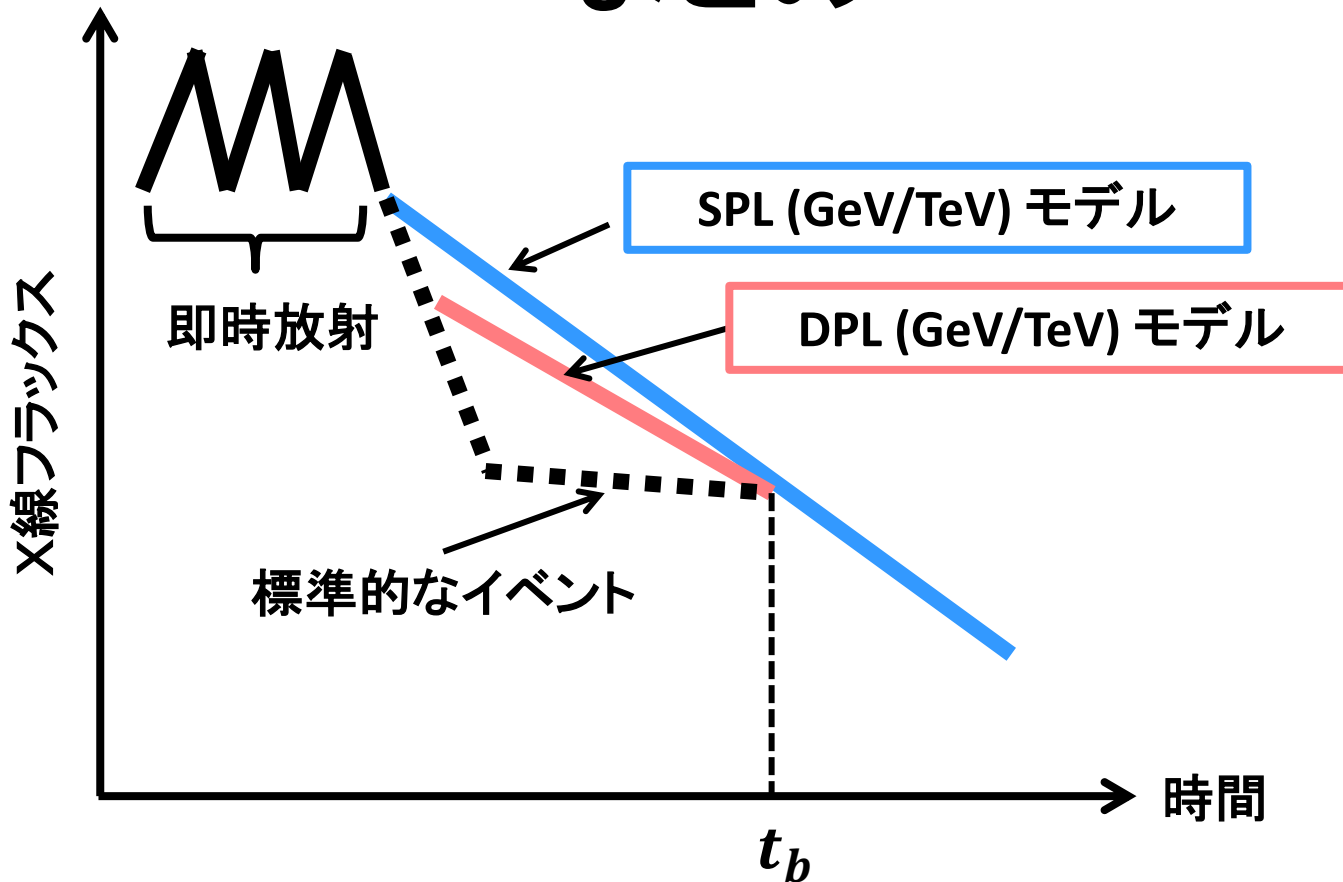
LATの視野内だったがGeV/TeV帯域で検出されず
緩慢減衰期がないイベント

$$1/36 \approx 3\%$$



GeV/TeV帯域で検出されたイベントは
折れ曲がっていない傾向にある。

まとめ

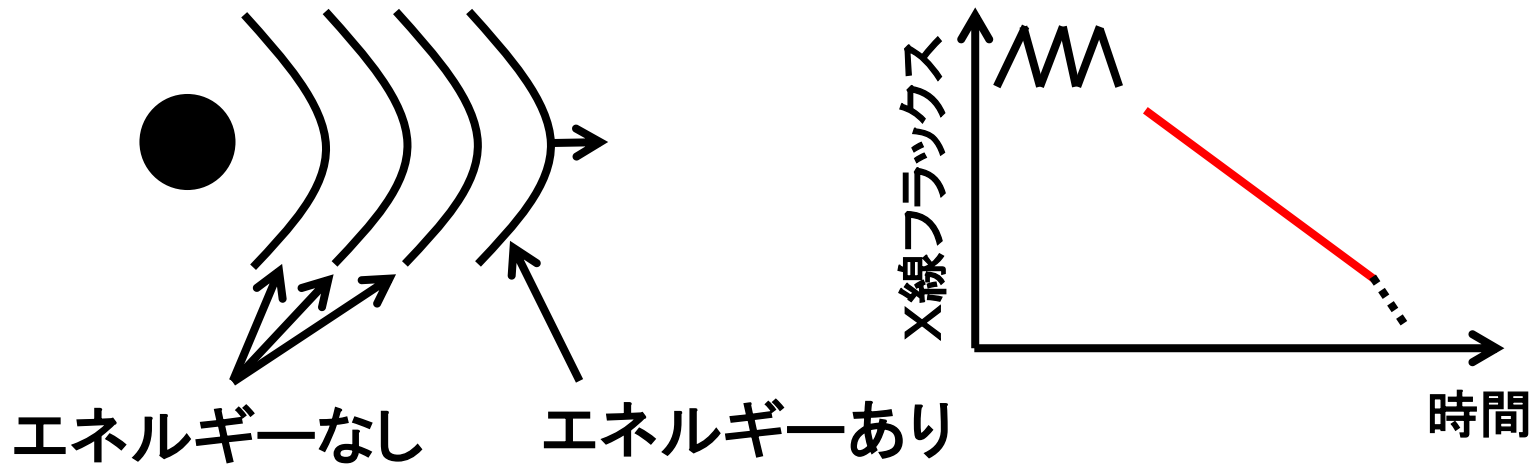


GeV/TeV帯域で検出されたGRBのX線残光の傾向は、

- ・ 緩慢減衰期がない。
- ・ 緩慢減衰期があったとしても傾きが大きい。

解釈と今後の展望

エネルギー注入モデル



初めに全てのエネルギーが注入されている。

- α_1 、 α_2 、 t_b と相関関係のあるパラメータを調べる。