



すざく広帯域全天モニタ (WAM) で 見たガンマ線バースト

名古屋大学

理学研究科 / 宇宙地球環境研究所

山岡 和貴

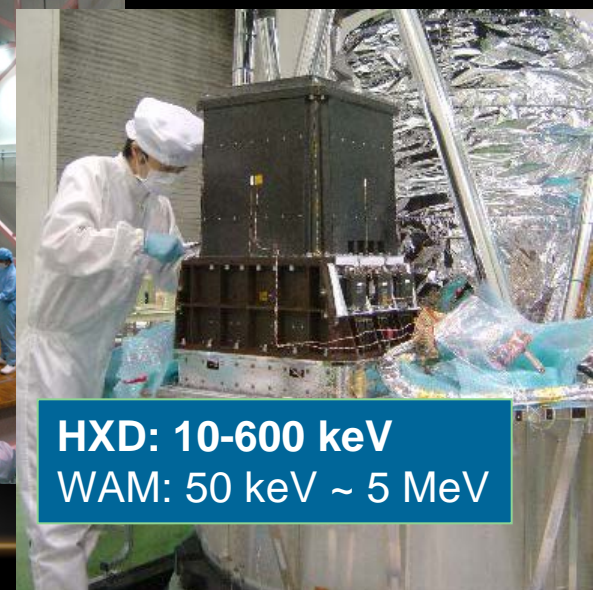
目次

- すざく衛星と広帯域全天モニタ(WAM)
- 継続時間分布
- スペクトルパラメータ分布、相関関係
- 時間分割スペクトル結果
- まとめ

X線天文衛星すざく

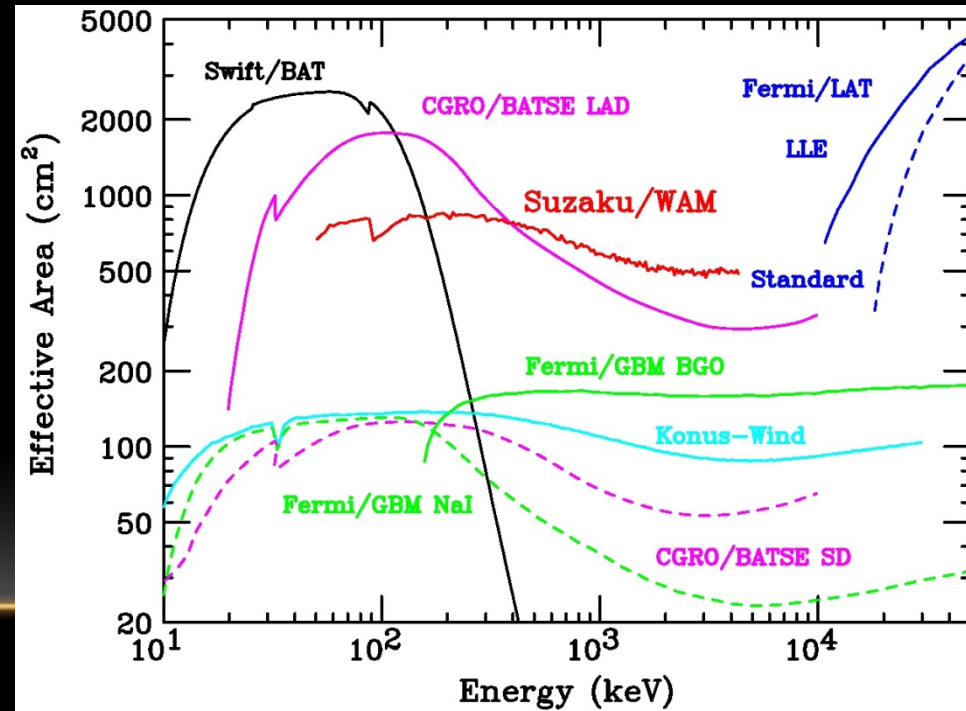
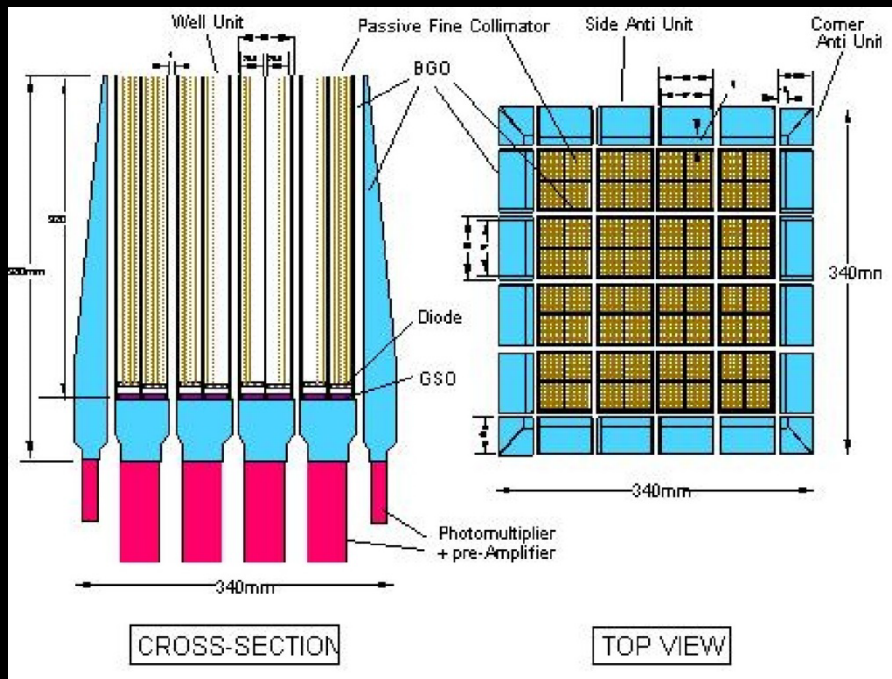
- 日本第5番目のX線衛星
- 2005年7月10日打ち上げ
- 広帯域 0.2 – 600 keV
 - X線CCD (XIS) 0.2-12 keV
 - 硬X線検出器 (HXD) 12-600 keV
- 2015年5月末に科学観測終了

約10年に渡り科学データを取得



広帯域全天モニタ (WAM)

- 硬 X 線検出器(HXD)のBGOシールドを
全天モニタとして利用(副検出器)
- 軟ガンマ線領域 ~50 keV – ~5 MeV
- 巨大な有効面積 ~600 cm² @ 1 MeV



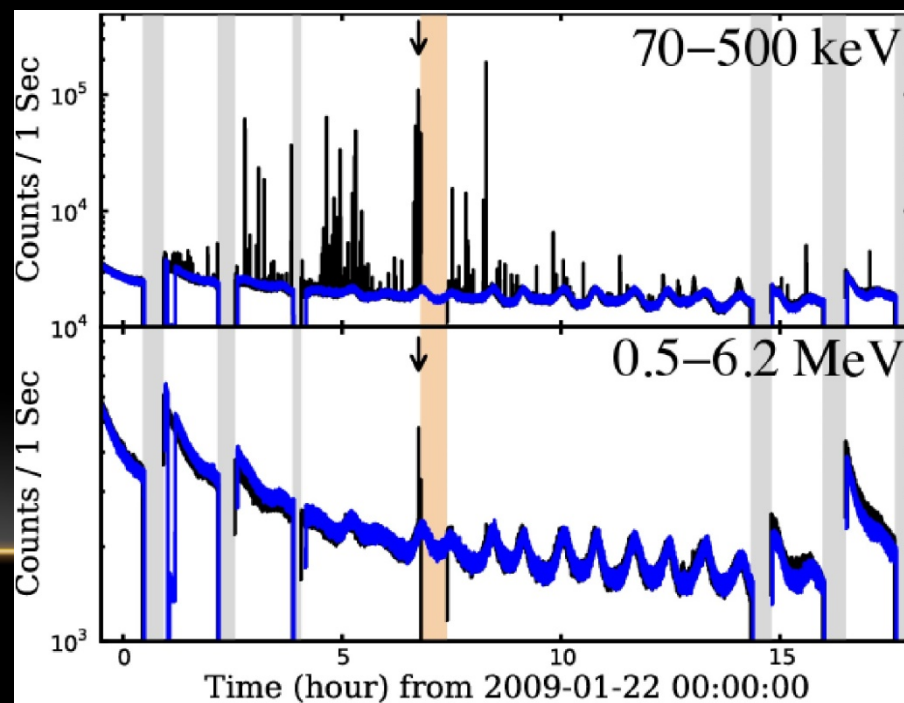
WAMで検出された突発現象まとめ

2005年8月から2015年5月まで

- ガンマ線バースト(GRB) 1432 (853) + 候補 537 (255)
 - Swift/BAT 245 (視野外 330)
 - Fermi/GBM 556, LAT 50
- 太陽フレア 756 (83)
- 軟ガンマリピータ(SGR) 379 (13)

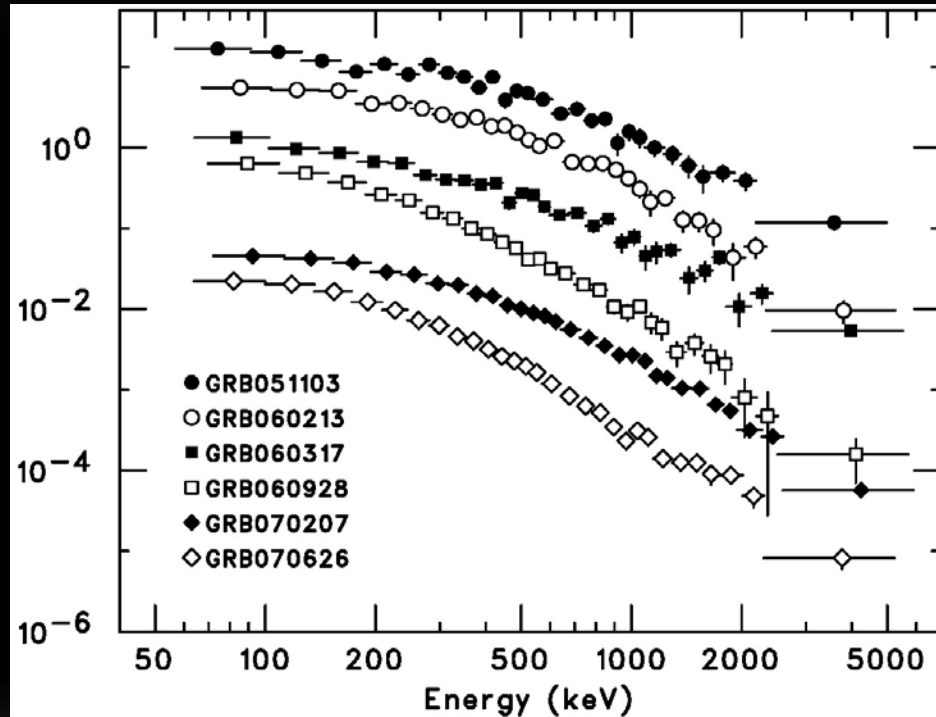
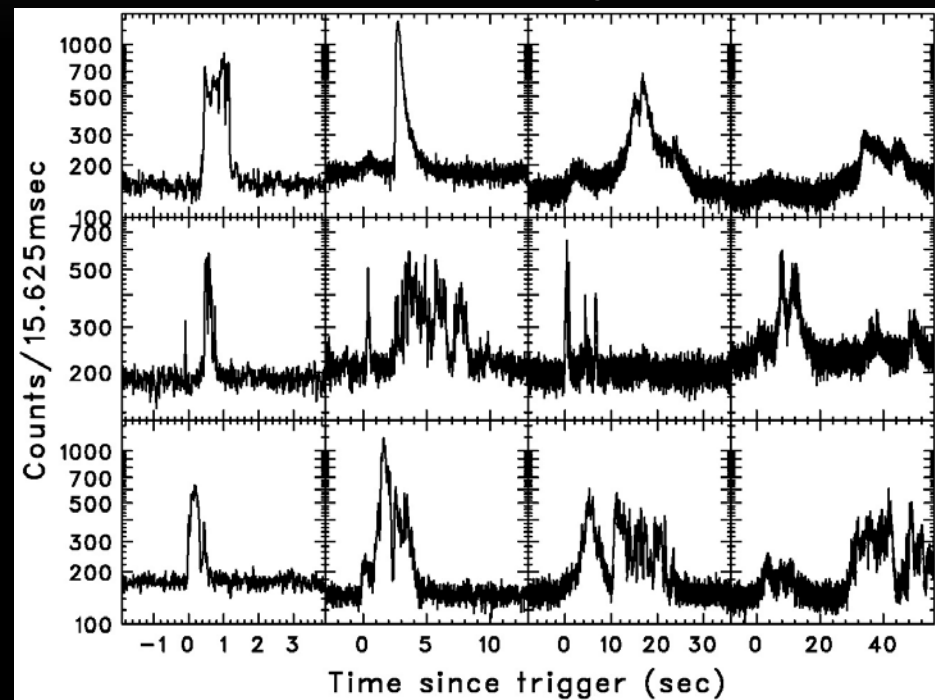
CGRO/BATSEやFermi/GBMの
ような専用機ではないが、
匹敵するデータベースを誇る

Yasuda et al. (2014)



WAMで得られたGRBライトカーブとスペクトル

Short ← → Long

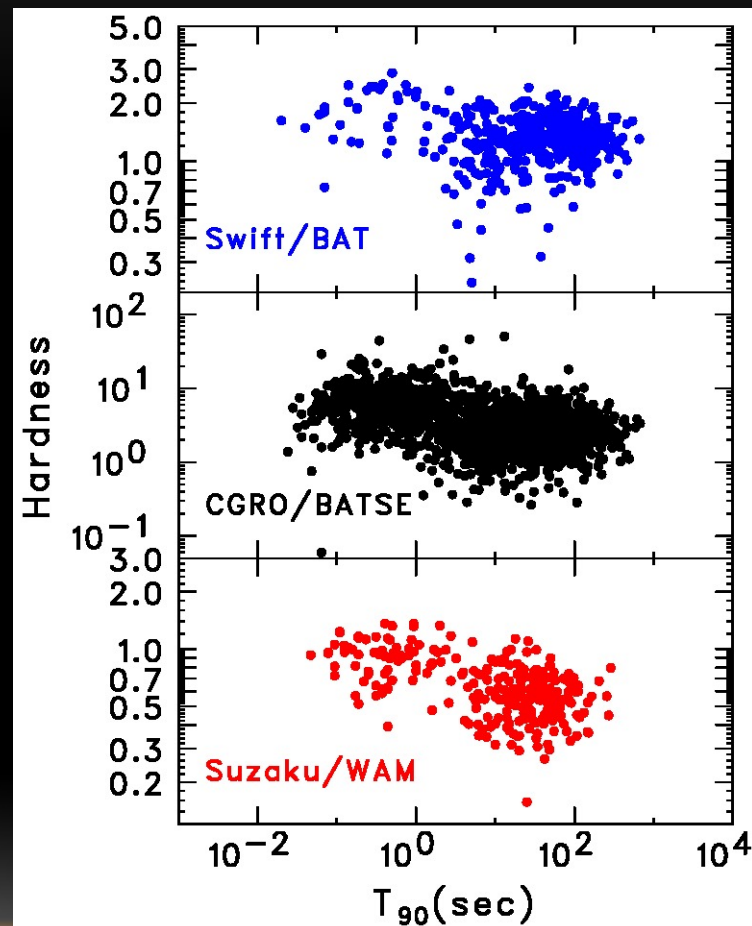
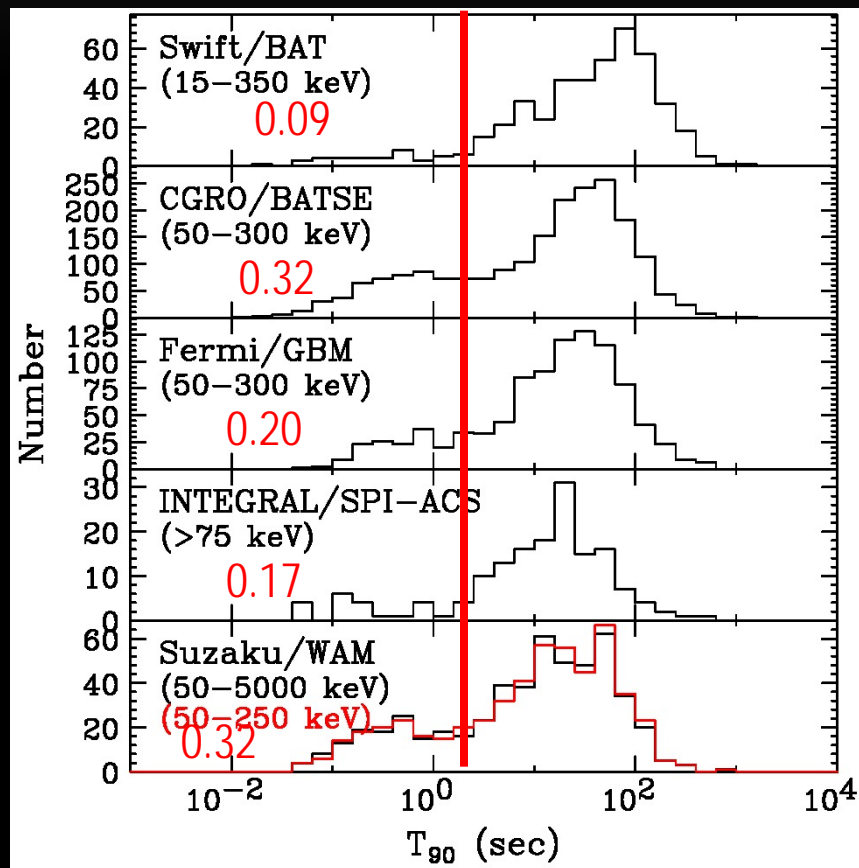


大面積を活かした、高統計のライトカーブ、
スペクトルを取得

→時間分解解析や高赤方偏移GRBで威力を発揮

継続時間分布

2 秒

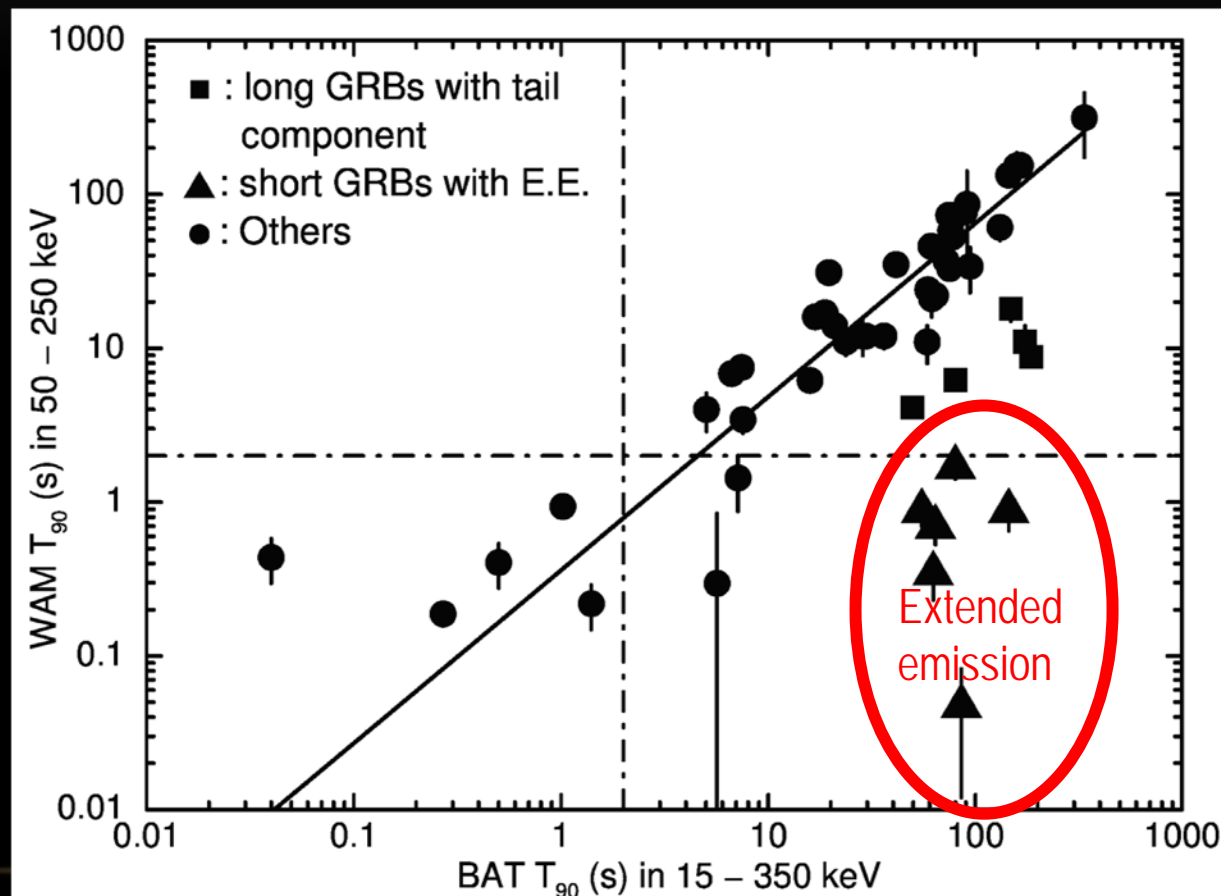


Ohmori et al. (2016)

WAMの分布はBATとは大きく異なる

BATとWAMの継続時間の違い

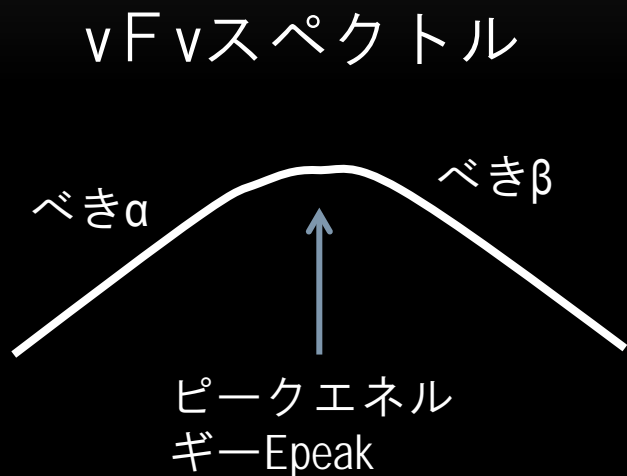
同時に検出した51 GRBs



WAM
short : Long
= 13 : 38

BAT
short : Long
= 5 : 46

WAM単独でのスペクトルパラメータ分布



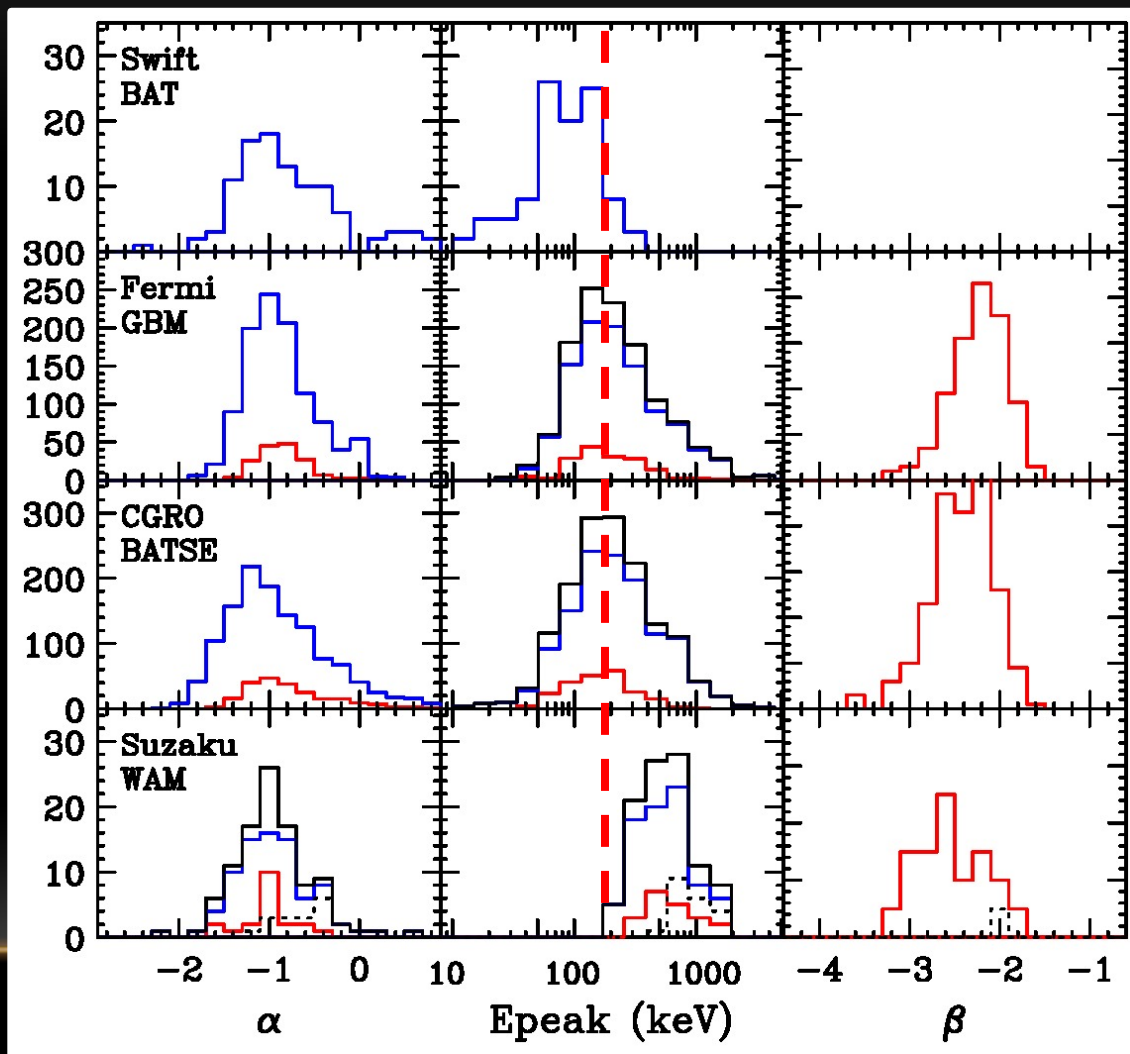
E_{peak}

Swift/BAT ~100 keV

Fermi/GBM ~320 keV

CGRO/BATSE ~290 keV

Suzaku/WAM ~630 keV

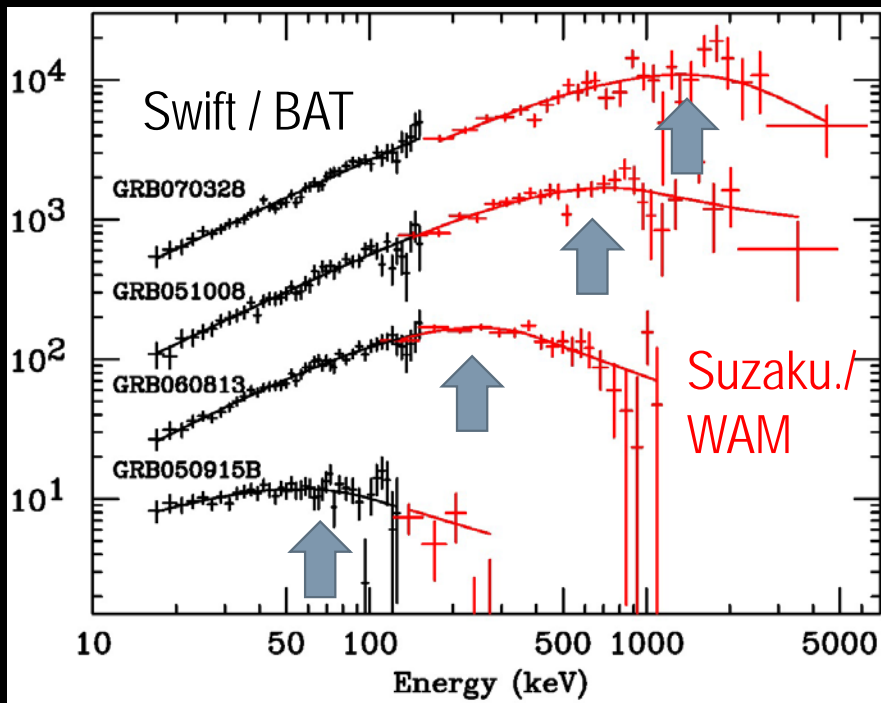


BATとWAMのスペクトルパラメータ分布

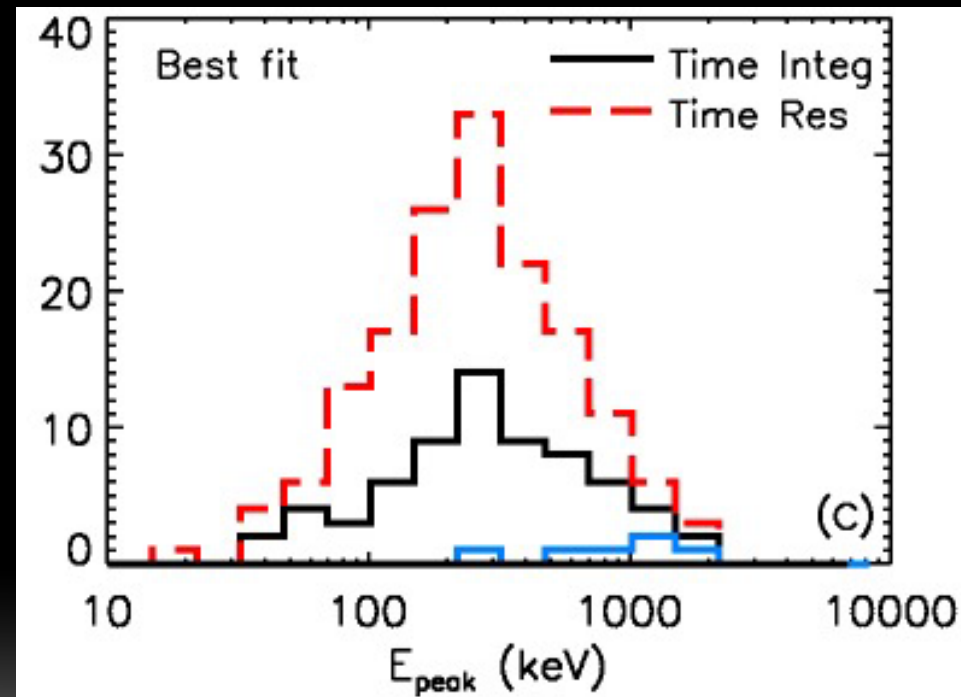
BAT: 15-150 keV

WAM: ~120-5000 keV

感度の高い両者を組み合わせる
ことで広帯域を一様にカバー



Yamaoka et al. (2017)



Krimm et al. (2009)

CGRO/BATSEやFermi/GBMに似た分布に

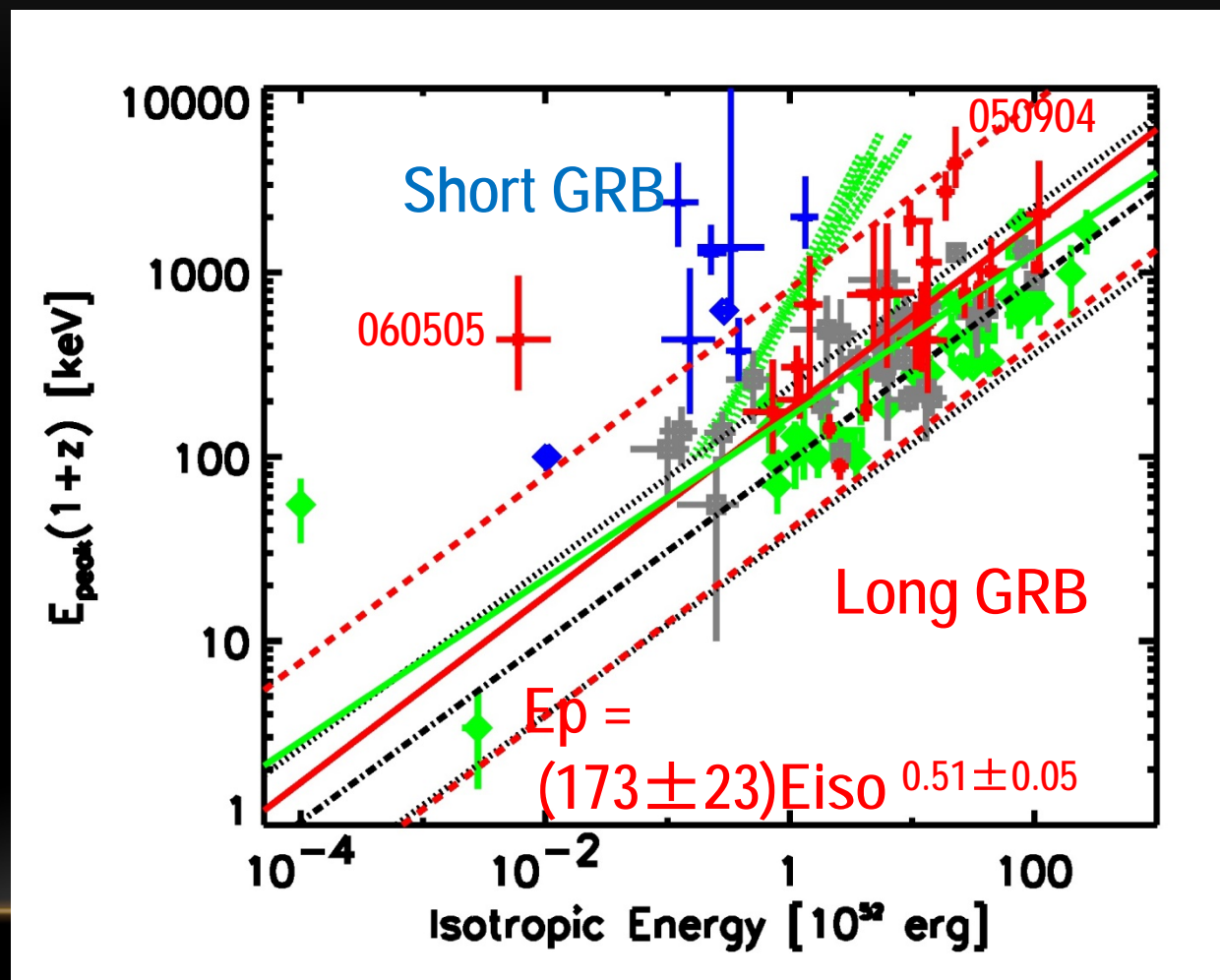
ピークエネルギー(E_{peak})-放射エネルギー(E_{iso}) 相関関係 (Amati 相関)

赤方偏移が既知の29 GRBs

$z=0.089$ (GRB 060505)

$z=6.295$ (GRB 050904)

- Long GRBは低光度 GRB 060505を除き相関関係を満たす
- Short GRBは外れる。



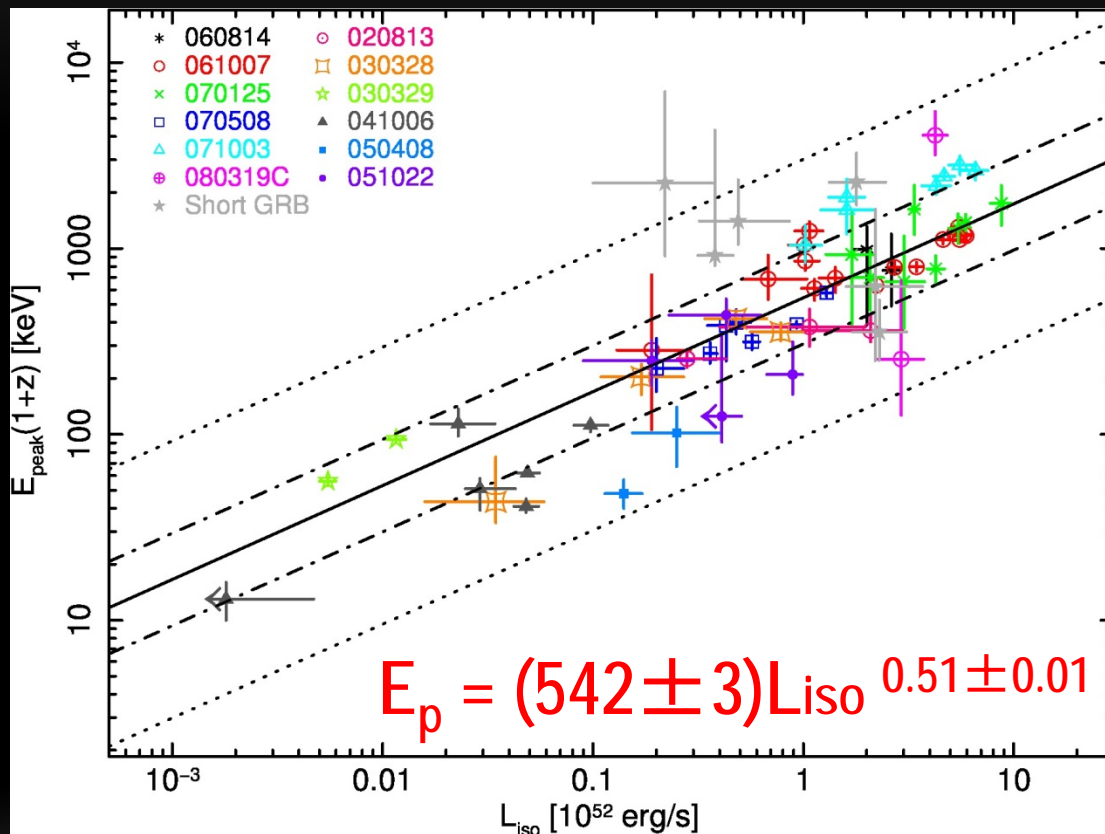
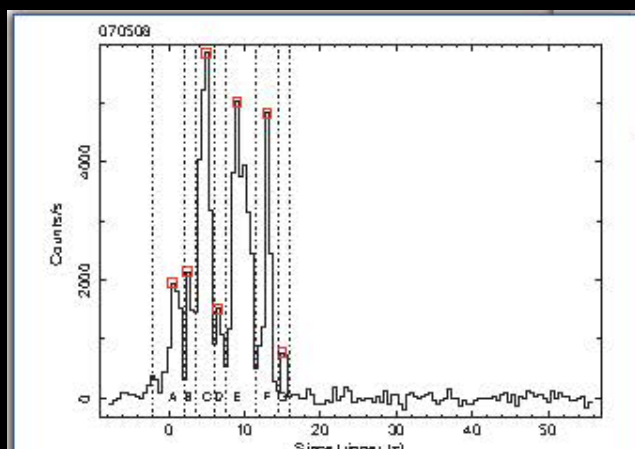
Krimm et al. (2009)

時間分解解析

GRBのパルスごとに分けてスペクトル解析

Sugita (2010)

12 GRBs 63パルス

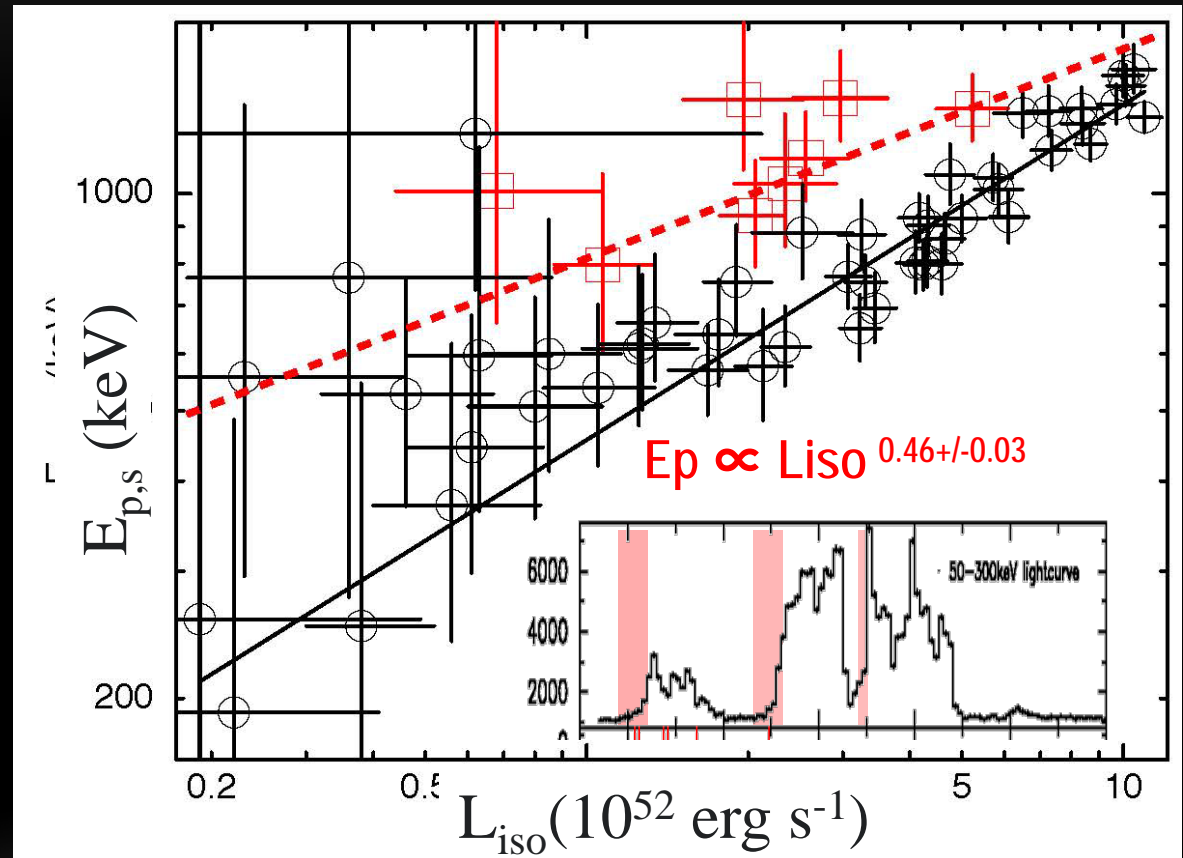


Short GRBも含めて、ピークエネルギー(E_{peak})-ルミノシティ(L_{iso})関係が成立→シンクロトロン放射?
→さらに細かく見てみると(1秒時間分解能など)?

明るいGRB 061007

1 秒時間分解能での
解析

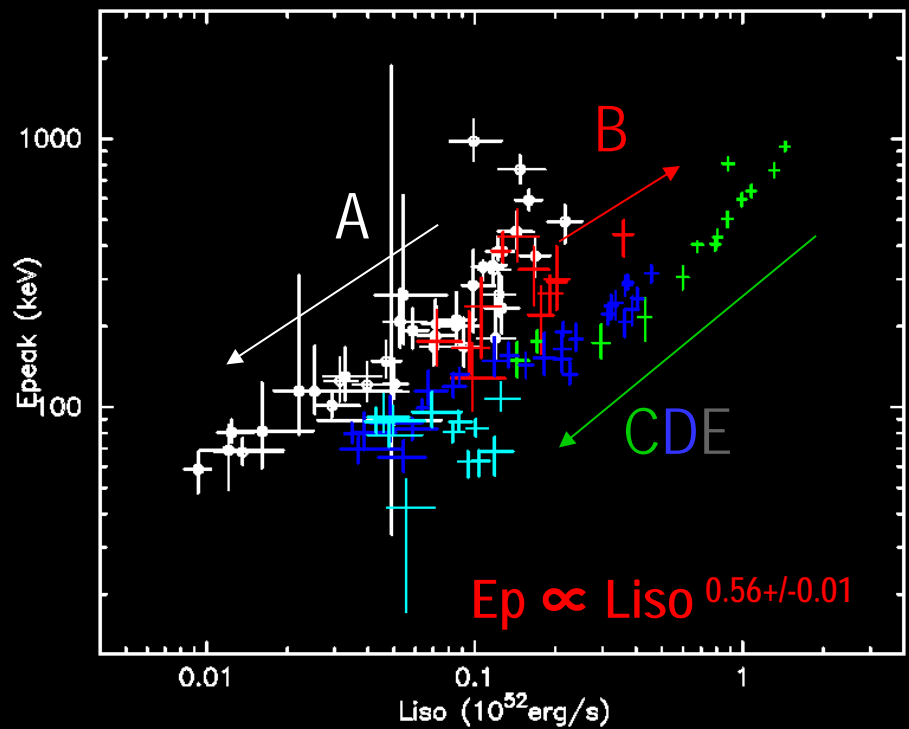
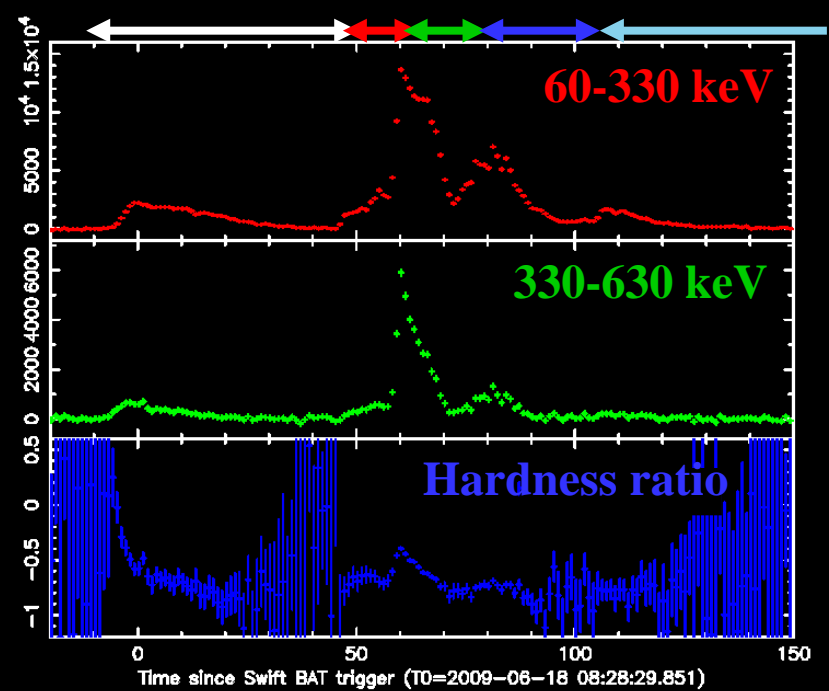
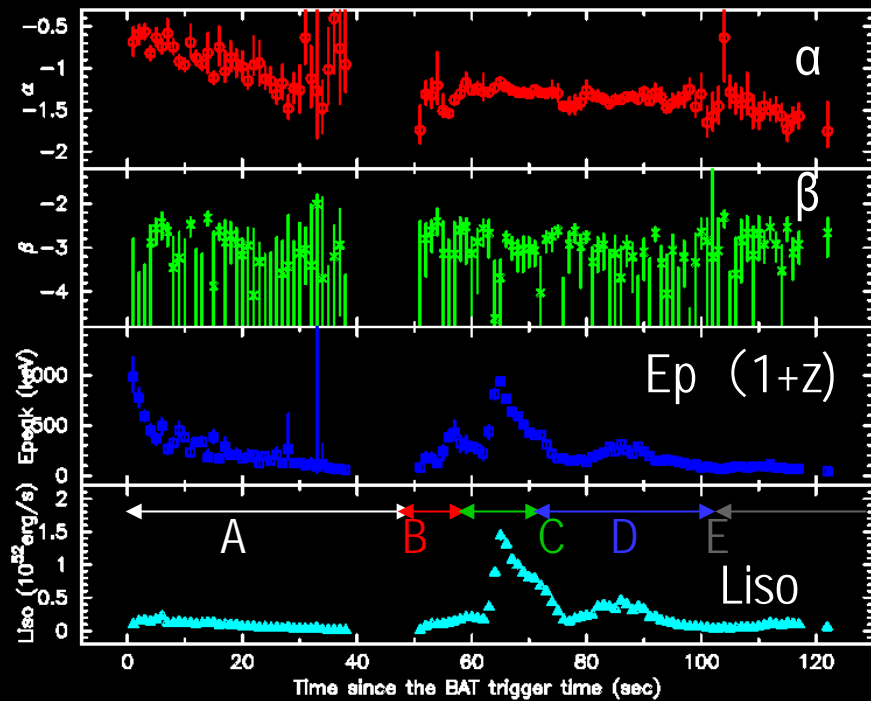
パルスの立ち上がり
部分で相関関係から
のずれを確認



Ohno et al. (2009)

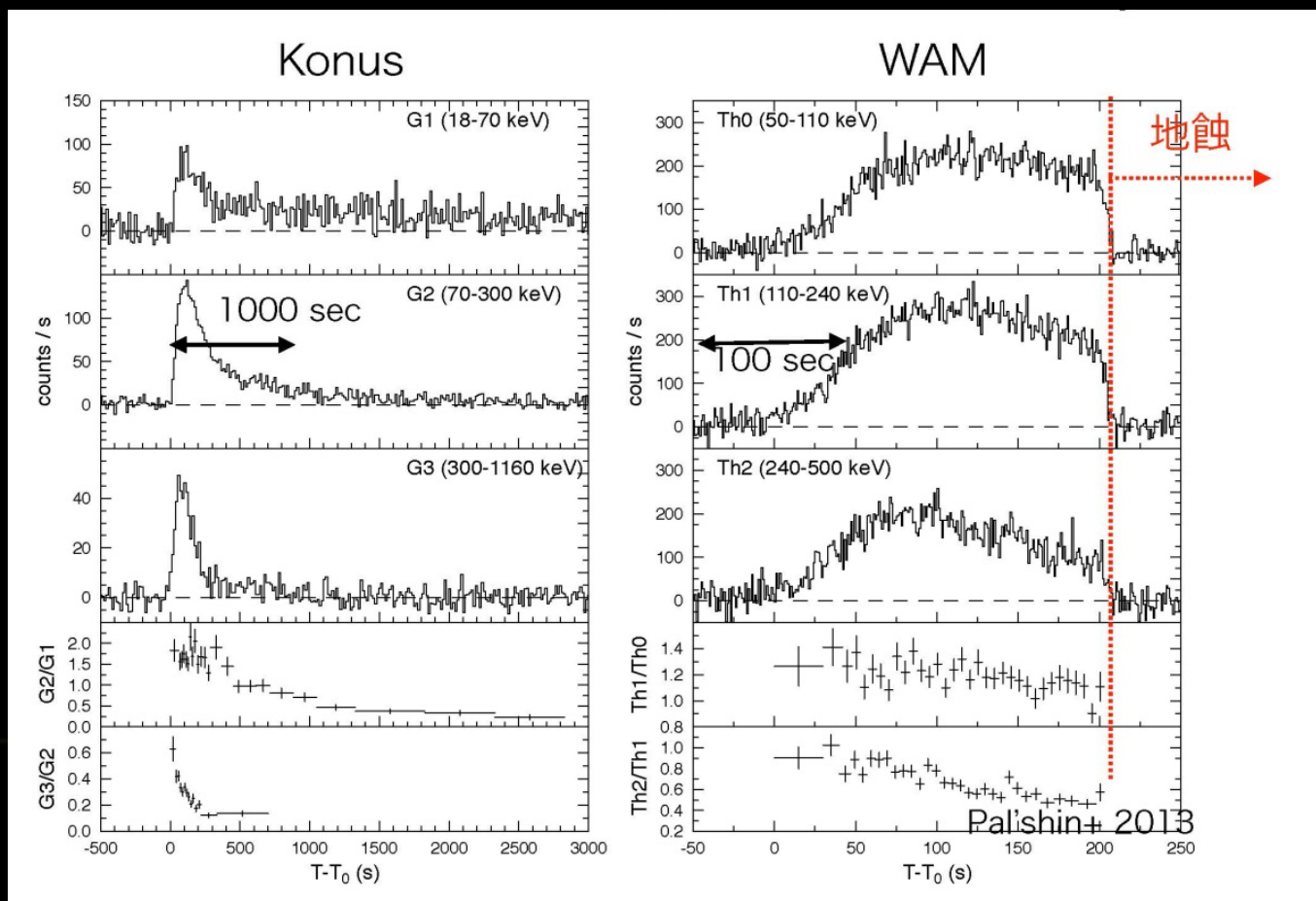
別の明るいGRB 090618

- 同じく1秒分解解析
- 立ち上がり部分の相関関係のずれ
+ 相関関係のオフセットを確認

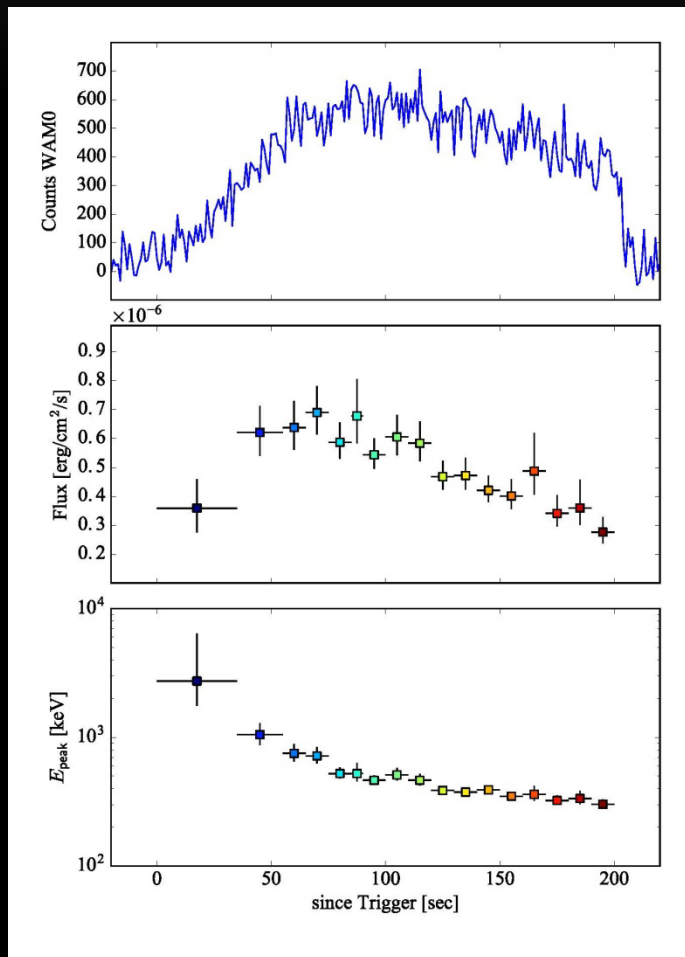


Very Long GRB 060814B

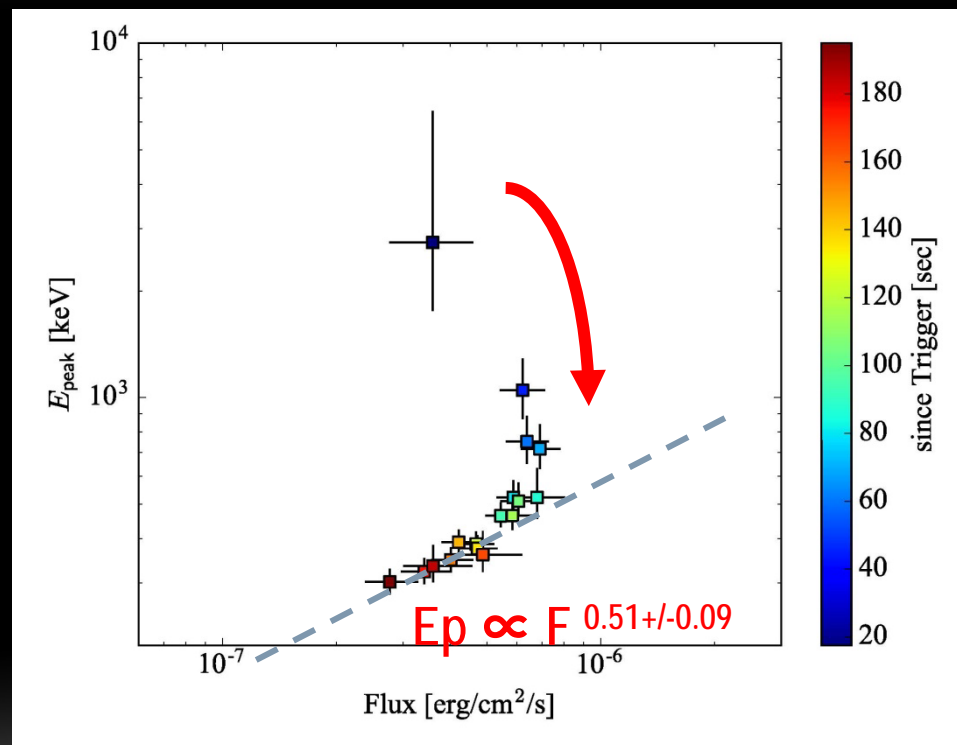
- 1000秒以上続く、FREDなGRB
- WAMは途中から地食に入る



E_{peak}-Flux 関係

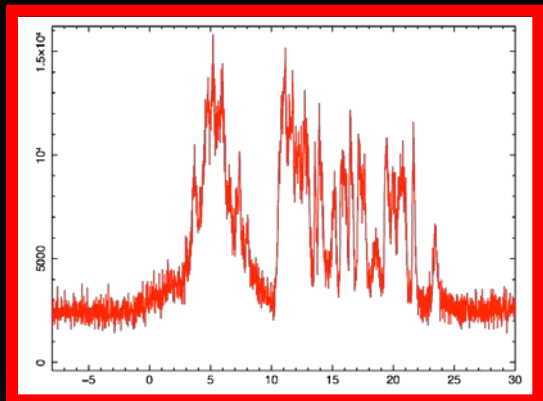
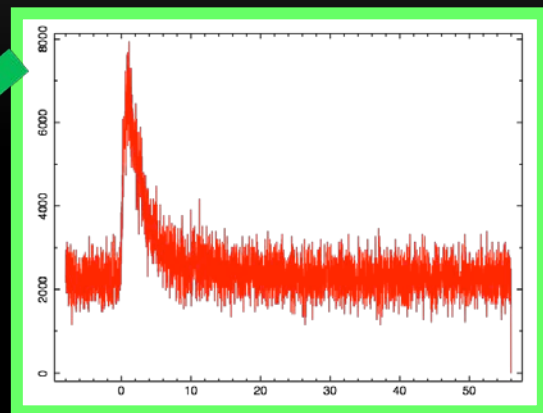
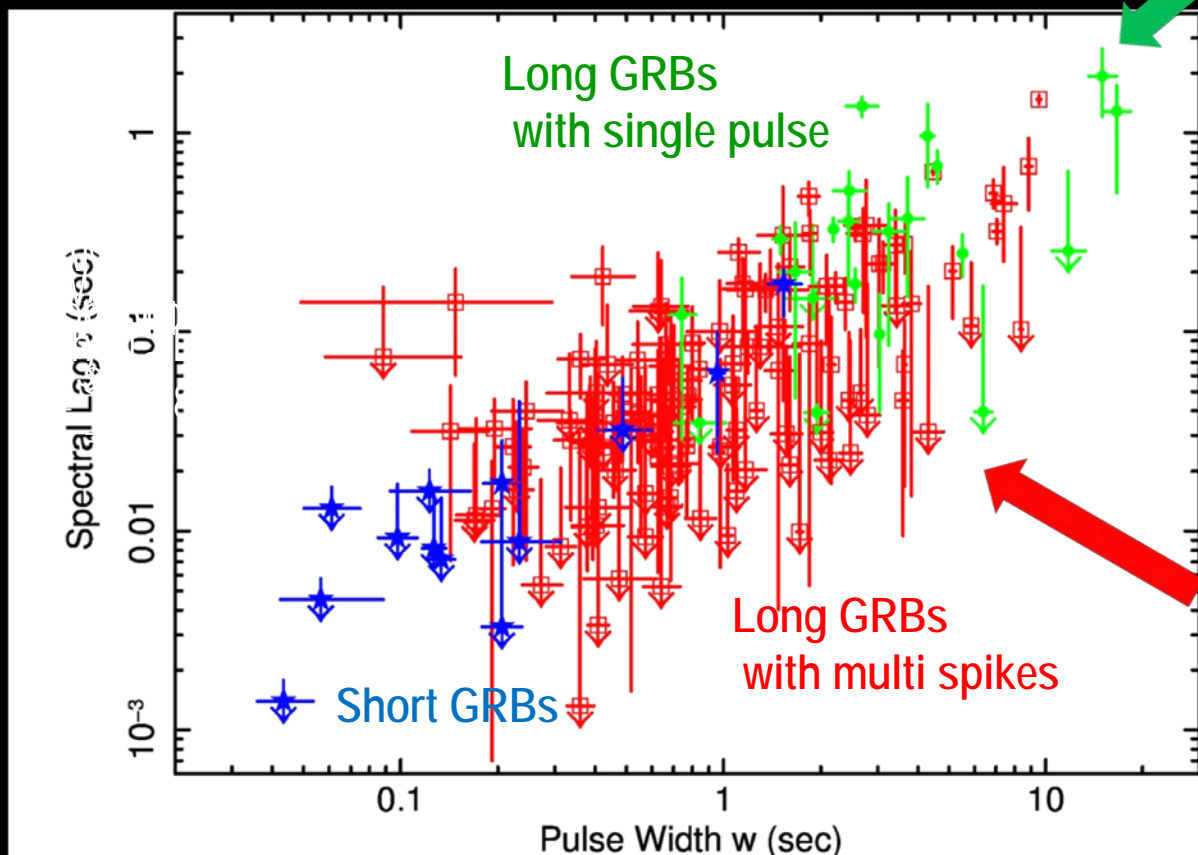


Sugita, in prep.



光球からの熱的放射から
非熱的放射へ転換？

Long GRBのパルスとShort GRBの関係



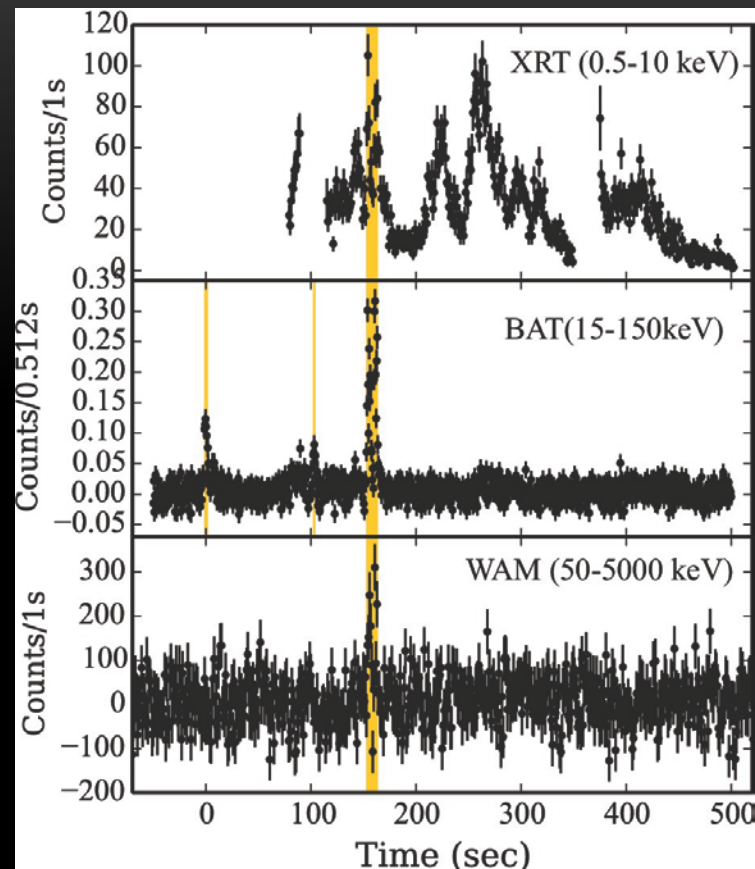
Sugita (2010)

まとめ

- すぎく広帯域全天モニタはサブ検出器でありながら、10年間の運用で1400をこえるGRBを検出
- 時間分解解析や高赤方偏移GRBなどで威力を発揮
 - ピークエネルギー(E_p)と光度(L_{iso})の間に $E_p \propto L_{iso}^{1/2}$
 - 立ち上がり部分に相関関係からのずれを確認
 - 熱的放射から非熱的放射への移行？
- 使いやすいデータベースをISAS/JAXA C-SODAから来年公開予定

高赤方偏移GRB

GRB 130606A



GRB 130606A $z=5.913$ Yasuda et al. (2017)
 GRB 120521C ~ 6 Yasuda et al. (2017)
 GRB 050904 6.295 Sugita et al. (2008)

Table 3. High-redshift GRBs

GRB	Redshift z	Prompt observation	Model	$E_{\text{peak}}^{\text{src}}$ (keV)	E_{iso} (erg)	IGM neutral fraction $n_{\text{HI}}/n_{\text{H}}$	Reference for spectral parameters
130606A	5.913	Swift, Suzaku, Konus-Wind	Band	1209^{+553}_{-304}	$(2.82^{+0.17}_{-0.71}) \times 10^{53}$	0.1–0.5	Yasuda et al. (2017)
120521C	~ 6	Swift, Suzaku	Band	682^{+845}_{-207}	$(8.25^{+2.24}_{-1.96}) \times 10^{52}$	–	Yasuda et al. (2017)
050904	6.295	Swift, Suzaku, Konus-Wind	Band	2291^{+1263}_{-634}	$(8.97^{+2.16}_{-1.64}) \times 10^{53}$	< 0.6	Sugita et al. (2009)
140515A	6.32	Swift	PLE	$379.7^{+681.7}_{-161.3}$	$(5.8 \pm 0.6) \times 10^{52}$	< 0.002	Melandri et al. (2015)
080913	6.695	Swift	Band (fixed β)	716.4 ± 431.7	$(7.44 \pm 0.80) \times 10^{52}$	–	Yonetoku et al. (2010)
090423	8.23	Fermi, Swift	Band (fixed β)	756.9 ± 138.5	$(1.00 \pm 0.28) \times 10^{53}$	–	Yonetoku et al. (2010)
090429B	~ 9.4	Swift	–	–	–	–	–

Exponential Decay

