# すざく衛星広帯域全天モニタ(WAM)による 軟ガンマ線全天観測の現状





〇大野 雅功、高橋 忠幸、国分 紀秀(ISAS/JAXA)、山岡 和貴(青学大)、杉田 聡司(名大)、 田代 信、寺田 幸功、岩切 渉、高原 一紀、安田 哲也(埼玉大)、深沢 泰司、高橋 拓也、上原 岳士、花畑 義隆(広大)、浦田 裕次、蔡 佩剛(NCU)、 玉川 徹、鈴木 素子、中川 友進(理研)、牧島 一夫、中澤 知洋(東大)、洪 秀徴(日大)、山内 誠、大森 法輔、大休寺 新、西岡 祐介(宮崎大)、 Nicolas Vasquez(東工大)、村上 敏夫(金沢大)、榎戸 輝揚(KIPAC/Stanford)、田島 宏康(名大 STE) and Suzaku-WAM team

すざく衛星搭載広帯域全天観測装置(WAM)は軟ガンマ線領域での大有効面積を活かし、これまでに750以上ものガンマ線バースト(GRB)の検出に 成功している。WAMIこより、GRBのスペクトルパラメータの相関などのGRBの種族による違いや時間分解したスペクトルについて詳細に調べられて いる。いくつかのGRBはフェルミ衛星やMAXIでも同時に検出しており、現在これらの衛星との同時解析が進んでいる。太陽フレアやSGRなど、他の 突発現象、また明るい硬X線源のモニタに関してもWAMIこよる観測の成果が発表されており、本ポスターでWAMIによる軟ガンマ線全天観測の 最新情報について報告する。

## 1. Wide-band All-sky Monitor (WAM)

すざく衛星に搭載された検出器の一つである
 図1:すざく衛星と硬X線検出器(HXD)
 硬X線検出器(HXD: Takahashi et al, 2007) は周囲を
 20本の巨大なBGOシンチレータで取り囲まれた



# 2. WAM による観測の現状

2005 年 8 月から5年余りの運用で大きな問題なく現在も観測を続けて おり、750 を越えるGRBの検出に成功している。

>WAM で検出した全イベントリスト(Aug. 2005 – Oct. 2010)

構造を持つ。これらBGOシンチレータの主な役割は 主検出器に対するアクティブシールドであるが、 その巨大な有効面積と広い視野を活かすことで、 硬X線から軟ガンマ線という<u>広帯域</u>をカバーする <u>全天モニタ</u>としても活躍している。

### Wideband All-sky Monitor (WAM)

Energy range : 50-5000 keV Field of view : ~2π Geometrical area : 800 cm<sup>2</sup> Effective Area : 400 cm<sup>2</sup>@1 MeV Energy resolution: ~30%@662 keV Time resolution : 1 s (TRN) 15.625 msec (BST) (Yamaoka et al., 2009) 300 keV 以上の帯域では世界でも 最大級の有効面積を誇る

ガンマ線バースト(GRB)や 軟ガンマ線リピータ(SGR),太陽フレア などの突発現象の観測や明るい硬X線源の •Confirmed GRBs766 (470)•Possible GRBs432 (193)•SGRs378 (15)•Solar flares202 (30)

~150 GRBs/year ! \*():triggered

#### <u>160 の GCN circular で報告</u>

- 126 WAM spectral analysis
- 34 IPN localizations

### ≻キャリブレーション状況

WAMの応答関数の不定性は現状では殆どの 場合で20-30% (>100 keV)であることを確認。

#### **I. GRB cross calibration**

Swift/BAT や Wind/Konus と同時に検出した GRBを用いてスペクトルパラメータや Flux が 矛盾しないことを確認 (Sakamoto et al., in press) <u>II. Crab calibration</u>

地食解析で得られた Crab スペクトルは photon index ~2.1 のべき関数で表され、100-500 keV の flux (~1x10<sup>-8</sup> erg cm<sup>-2</sup>) も他のガンマ線検出器の 観測とコンシステント。(Kira et al., 2009)











50 100 500 1000 5000 10000 Energy (keV) 図2: WAM と他の全天観測装置との 有効面積の比較

> 図5: WAM による3年间の観測( スペクトル。

# 3. WAMによる最近の成果

▶ GRB スペクトルパラメータの相関
E<sub>peak</sub>-E<sub>iso</sub> 相関 (Amati relation) などで知られている
スペクトルパラメータの相関は GRB 放射機構を探る鍵

Swift, HETE-2 を組み合わせることで 広帯域高精度データで相関を検証

A. 86個のWAM-BATサンプル (Krimm et al.,2009)

E<sub>peak</sub>-E<sub>iso</sub>相関 (Amati relation)は long GRBs では 成り立つが、 short GRBs は外れている。

B. パルス毎に分割したBAT-WAM, HETE-2 サンプル (Sugita phD thesis)

パルス毎に分割しても有意な相関が見られる

 $E_p = (543 \pm 10) \times L_{iso}^{0.51 \pm 0.01}$ 

#### <u>C.明るいGRBでパルス内も分割</u>

パルス内でも、E<sub>p</sub>~L<sub>iso</sub><sup>0.5</sup> が成り立つ。(Ohno et al., 2009) ただし、パルス毎に 関係式は異なる傾向(Yamaoka et al., in prep).



### ≻そのほかの突発現象

#### <u>SGR からの MeV 放射</u>

2009年1月に起きた AXP 1E1547.0-5408 からの SGR フレアを1日に 260 以上観測成功。 その中から MeV まで伸びた放射を検出 (Yasuda et al., in prep)

#### <u>GRB 090709A の周期性?</u>

GRB 090709A のライトカーブがおよそ8秒の 周期性を示唆すると話題に。ただし有意な検出 には至っておらず(Cenko et al., de Luca et al., 2010) WAMと他の衛星のデータを組み合わせることで より良い議論を行うべく解析中(Iwakiri et al., in prep)

#### <u>WAMイベントカタログ</u>

WAMで受けた太陽フレアのカタログを出版(Endo et al., 2010)。 GRBについても現在カタログを作成中(Nishioka et al., in prep)。



GRB のパルス毎に異なった物理状態を示唆?

#### → <u>Fermi, MAXI との GRB 同時検出</u>

2008年に打ち上げられた全天ガンマ線観測衛星 Fermiや、昨年観測を開始した全天X線観測装置 MAXIで検出したGRBとの同期にも成功している。 WAMとの同時解析を現在進めており、軟X線から 高エネルギーガンマ線というかつてない広帯域で 統計の良いGRBデータの解析が可能となる。

	同期GRB数
Fermi-GBM (8keV ~ 30MeV)	212(573)
<b>Fermi-LAT</b> (20MeV ~ >300GeV)	10(21)
MAXI(GSC) (2 ~ 30 keV)	1 (GRB 090831A)







#### ≻<u>明るい硬x線源のモニタ</u>

地食解析を用いることで、突発現象だけ でなく、Crab, CygX-1, GRS1915-105, NGC4541 などの明るいX線源の検出や モニタに成功している。 WAMによる地食を用いた全天モニタの 感度は1日および1年の積分時間に

対してそれぞれ 300 mCrab, 30 mCrab

#### **References**

Takahashi, T., et al. 2007 PASJ, 59, S35 Yamaoka, K., et al. 2009 PASJ, 61, S35 Sakamoto, T., et al. 2010 PASJ, in press Kira, C., et al. 2009 Proc. of 3<sup>rd</sup> MAXI workshop, 322 Krimm, H., et al., 2009 ApJ, 704, 1405

である。(Kira et al., 2009)



Sugita, S., phD thesis 2009 Ohno, M., et al. 2009 PASJ, 61, 201 Cenko, S. B., et al. 2010 ApJ, 140, 224 de Luca, A., et al. 2010 MNRAS, 402, 1870 Endo, A., et al., 2010 PASJ, 62, 1341