



すざく衛星搭載広帯域全天モニタ で観測したイベントの地球上分布

○大野 雅功(広島大学)

山岡 和貴(ISAS/JAXA), 田代 信, 寺田 幸功(埼玉大),
Lorella Angellini, Timothy A. Reichard
(NASA/GSFC)



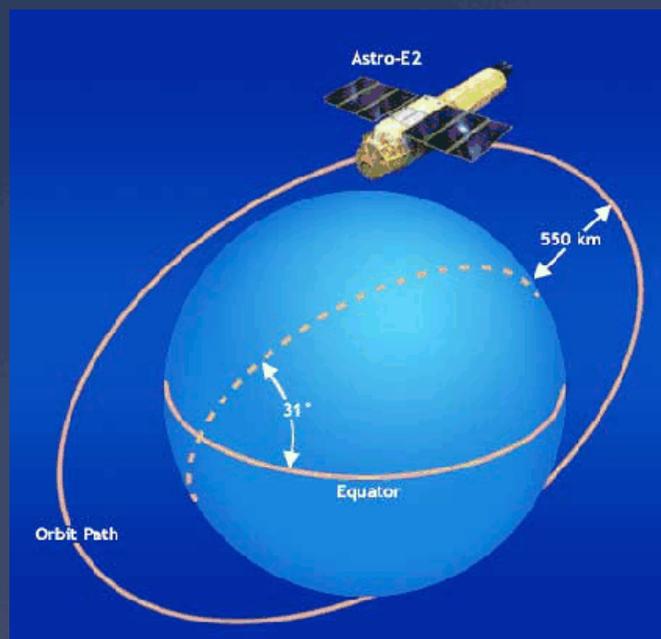
すざく衛星 (Astro-E2)



日本で5番目の低軌道X線天文衛星
2005年7月10日打ち上げ(7年間継続運用中)

中性子星、ブラックホールなどの宇宙の高エネルギー現象からのX線を観測。宇宙の構造形成、極限状態の物理を探る。

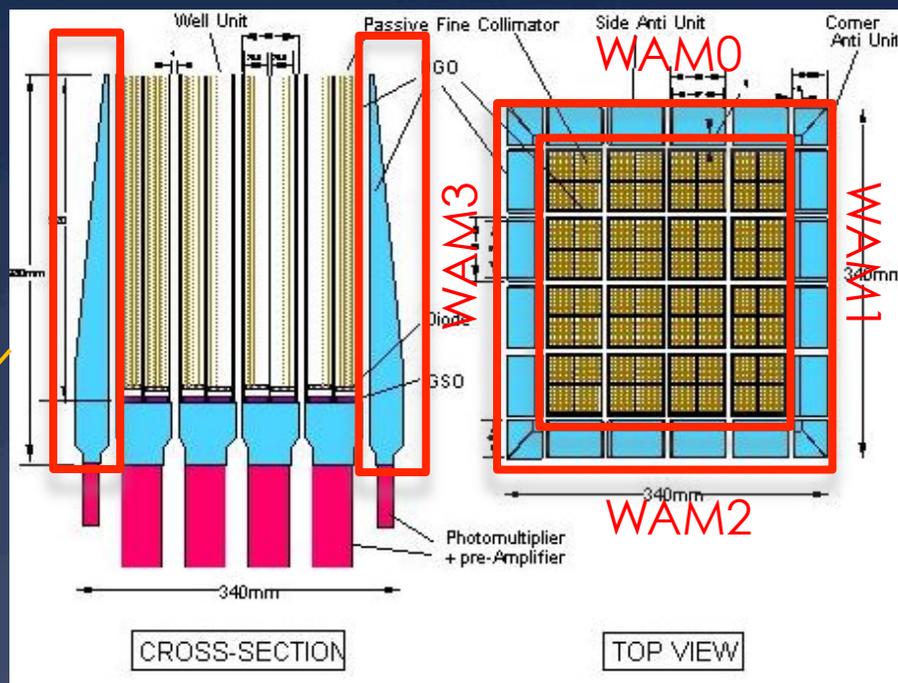
- 軌道高度 約570 km、円軌道
- 軌道傾斜角 31度
- 軌道周期 96分



観測機器	エネルギー範囲
X線望遠鏡(XRT)	
X線CCDカメラ(XIS)	0.2 – 12 keV
硬X線検出器(HXD)	10 – 600 keV



広いエネルギー帯域、徹底した低バックグラウンド
高感度のX線観測が可能

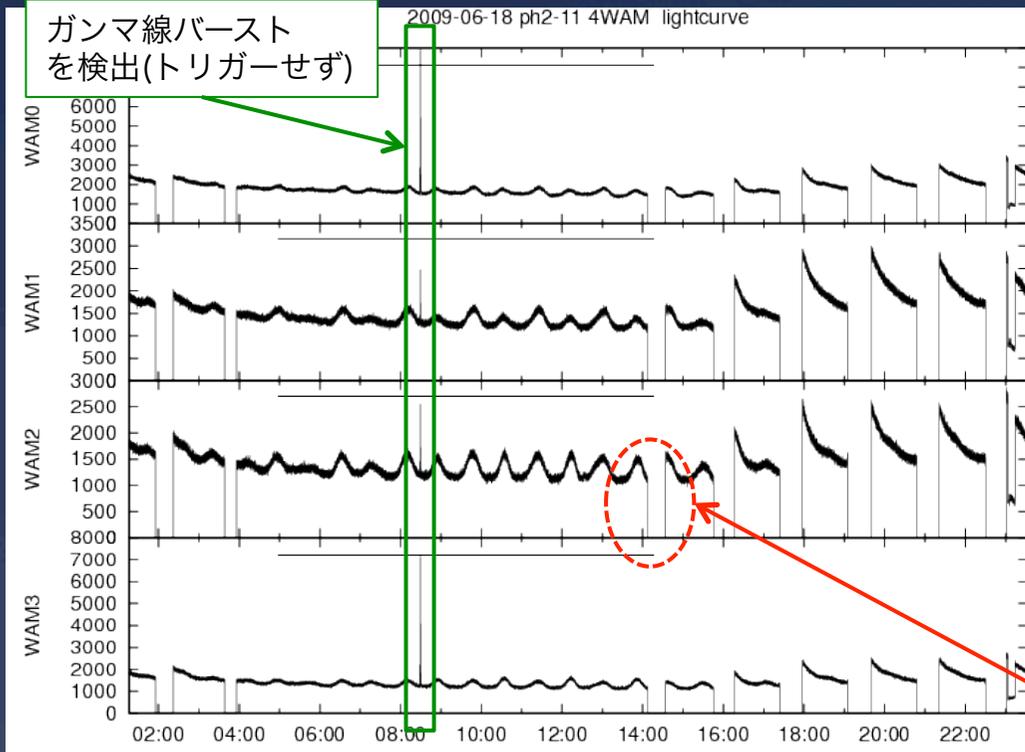


HXD を取り囲む 20本の BGO ($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$) シンチレータを4面検出器の全天モニタとして利用
 → Wide-band All-sky Monitor (WAM)

ガンマ線バーストや太陽フレアなどの突発天体が
 主な観測対象

WAMによる全天観測

WAMによる約1日分の観測ライトカーブ



50 – 5000 keV のエネルギーバンドで
1秒毎に常に全天を観測、55chの
スペクトル取得

ガンマ線バーストなどの突発現象は
上空でトリガーされ、データを記録

機上のアルゴリズムではトリガー
できない場合もある
(すでにトリガー済み、
レート上昇が緩やか、など)

SAA通過中は
観測しない

地上に降りてきたデータを系統的に再解析することで、機上アルゴリズムでは逃したイベントや、新しい突発現象を探查する必要がある。

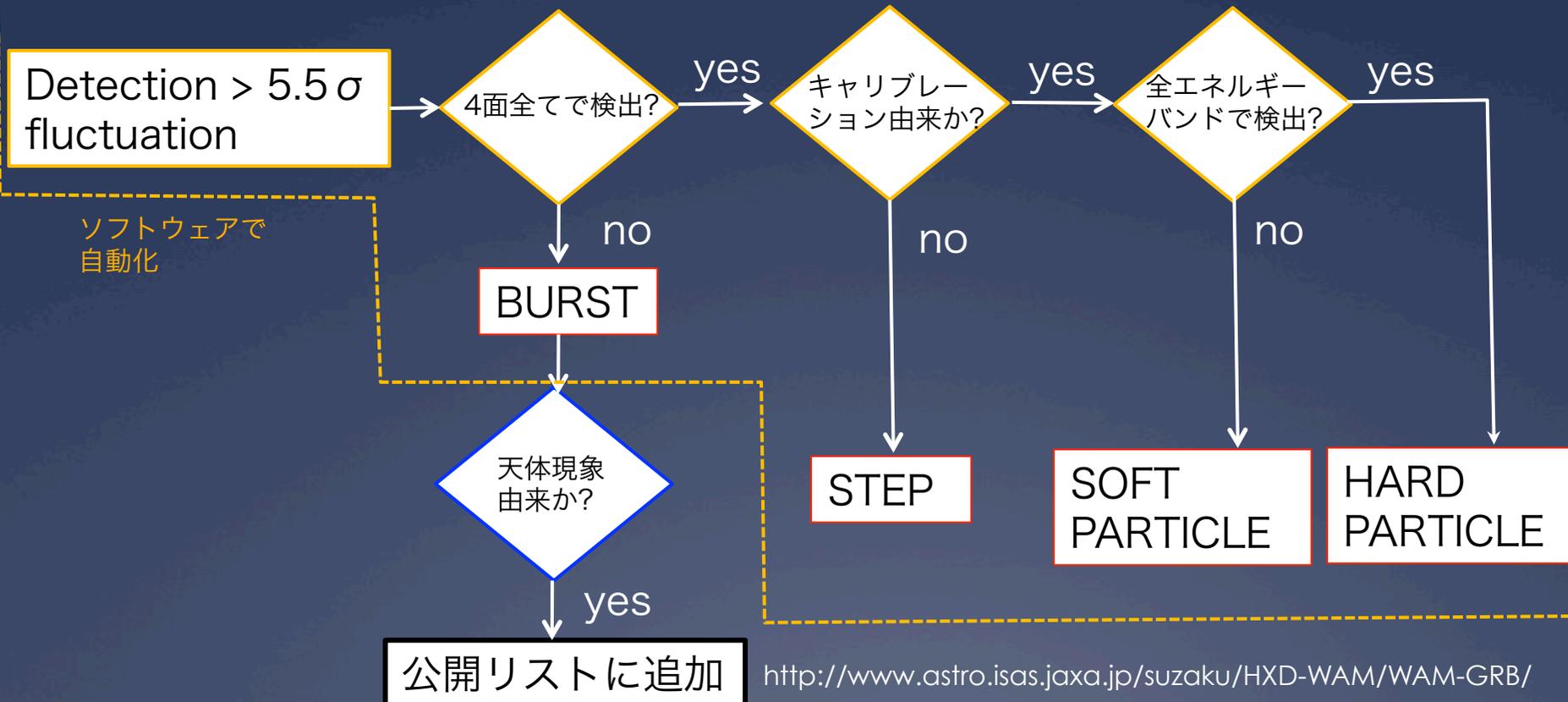


WAMによるイベント探査



上空でトリガーし損ねたイベントを地上解析でブラインドサーチ

◆イベント種別の流れ





検出イベントの地球上分布

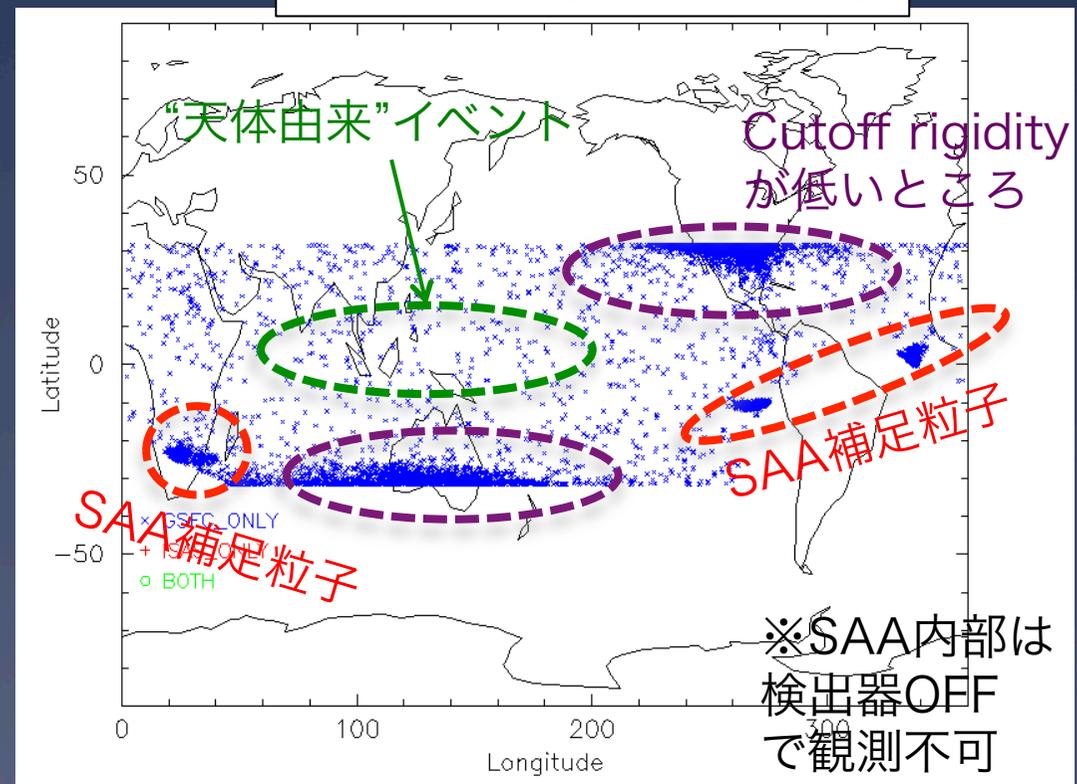


2005年から2011年5月までの公開データを探査

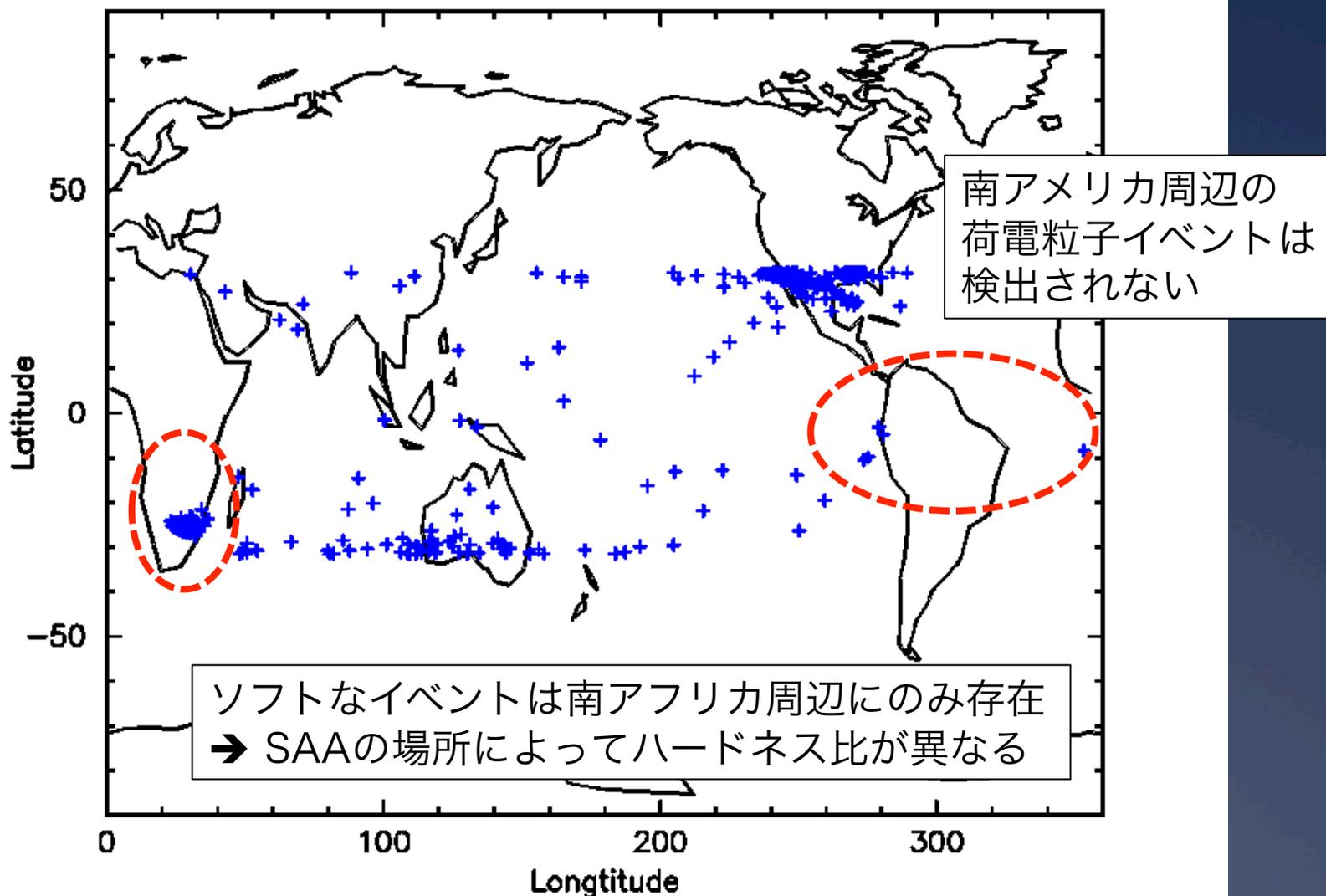
- ✓ 10000イベント以上が探査にかかるが、天体由来はその1割程度。
- ✓ 残りは荷電粒子起源と考えられる。
- ✓ WAM により、低軌道上の荷電粒子分布を調べることができる。

”BURST”分類の地球上分布

Event type	
HARD_PARTICLE	21
SOFT_PARTICLE	2585
STEP	331
BURST (天体由来でない)	6164
BURST (公開リスト:天体由来)	964
Total	10287

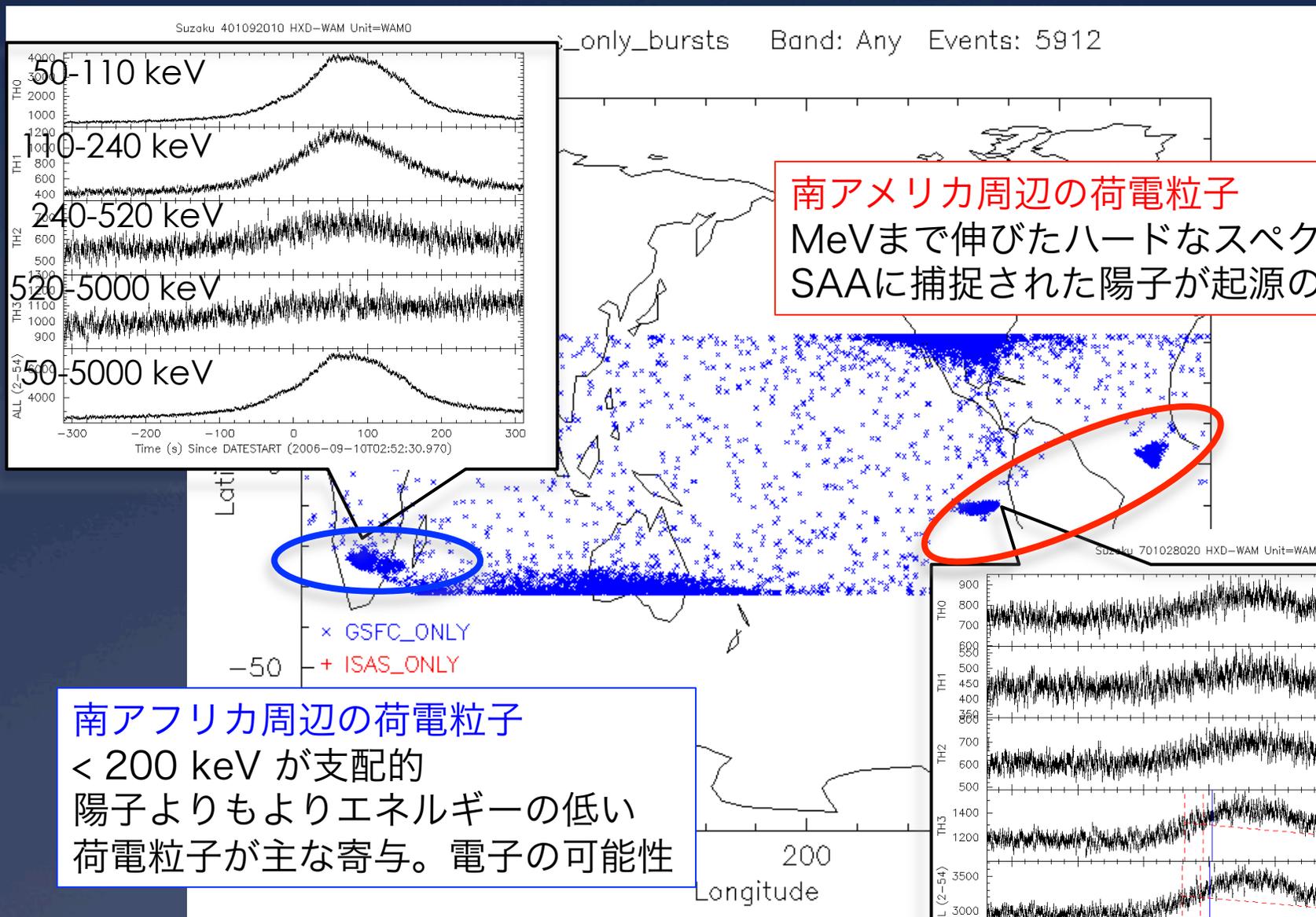


S/N>200 (<100keV)のカットをかけた場合





SAA捕捉粒子のスペクトル

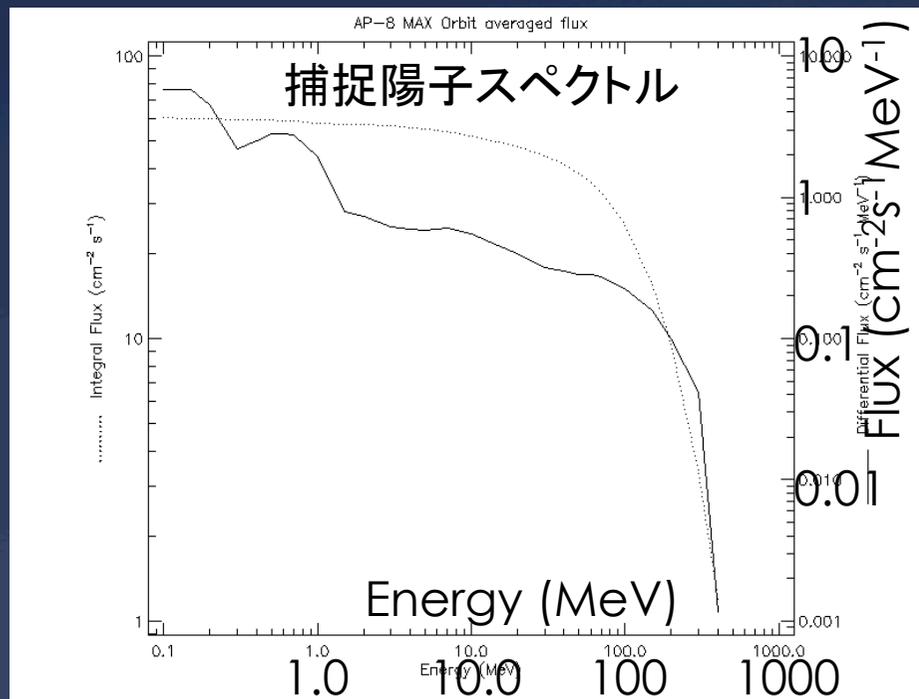




既存の荷電粒子モデルと比較 ~捕捉粒子種別~

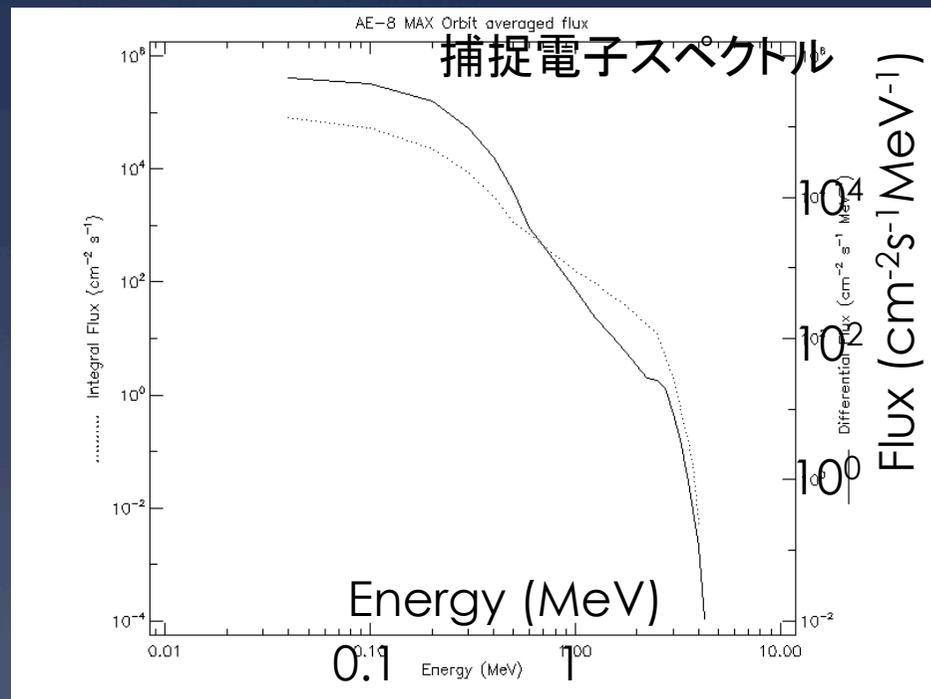


1958年から1978年までの衛星データに基づいたモデル (AP-8, AE-8)
軌道高度550km, 傾斜角31度を仮定して2009年から1年分の粒子分布を計算



数10MeVまで伸びたスペクトル
BGO中でほぼ全てのエネルギーを落とす
→ MeVまで伸びたハードなスペクトル

南アメリカ周辺の荷電粒子



100-200 keVが支配的, フラックス大
BGO中では全てエネルギーを落とす
→ 100 keV付近のソフトで明るいスペクトル

南アフリカ周辺の荷電粒子

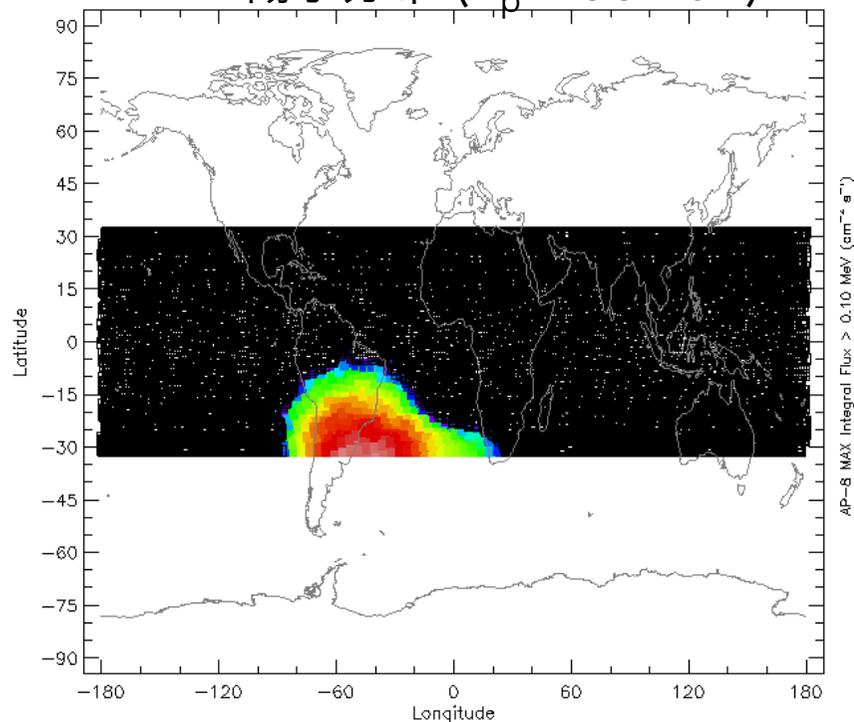


既存の荷電粒子モデルとの比較 ~捕捉粒子の地球上分布~

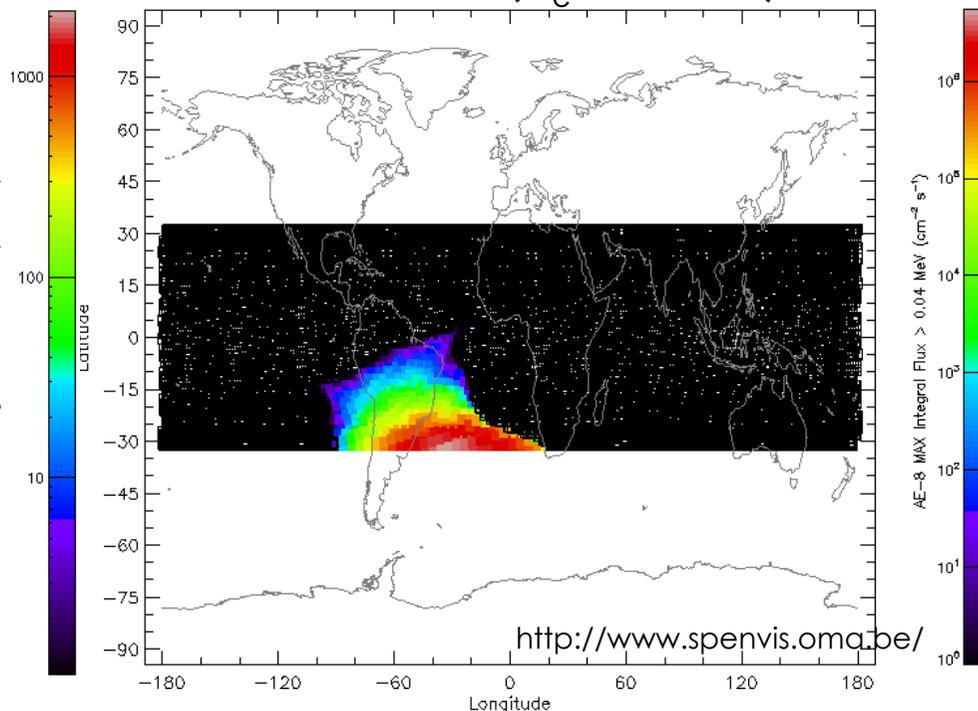


1958年から1978年までの衛星データに基づいたモデル (AP-8, AE-8)
軌道高度550km, 傾斜角31度を仮定して2009年から1年分の粒子分布を計算

陽子分布 ($E_p > 100$ keV)



電子分布 ($E_e > 40$ keV)



確かに電子の方が陽子より南アフリカよりに分布しているが、WAMの観測ほど伸びてはいない

→ 現在のモデルがまだ不十分であることを示唆



まとめ



すざく衛星搭載広帯域全天モニタで観測したイベントについて、
2005年から今日までの公開データを系統的に調べた

WAMは天体由来イベントの他に、地球上に捕捉された荷電粒子由来のイベントを
大量に観測している

南アメリカ周辺のSAA捕捉荷電粒子

MeVまで伸びたハードなスペクトル → SAAに捕捉された陽子が起源

南アフリカ周辺のSAA捕捉荷電粒子

50-200 keV 付近に集中するソフトなスペクトル
→ 電子などの低エネルギー粒子が起源

SAAの場所による荷電粒子分布の違いを反映。
既存の荷電粒子モデルと大きく矛盾はしないが、地球上分布などをより正確に
再現するにはモデルの修正が必要であると考えられる。

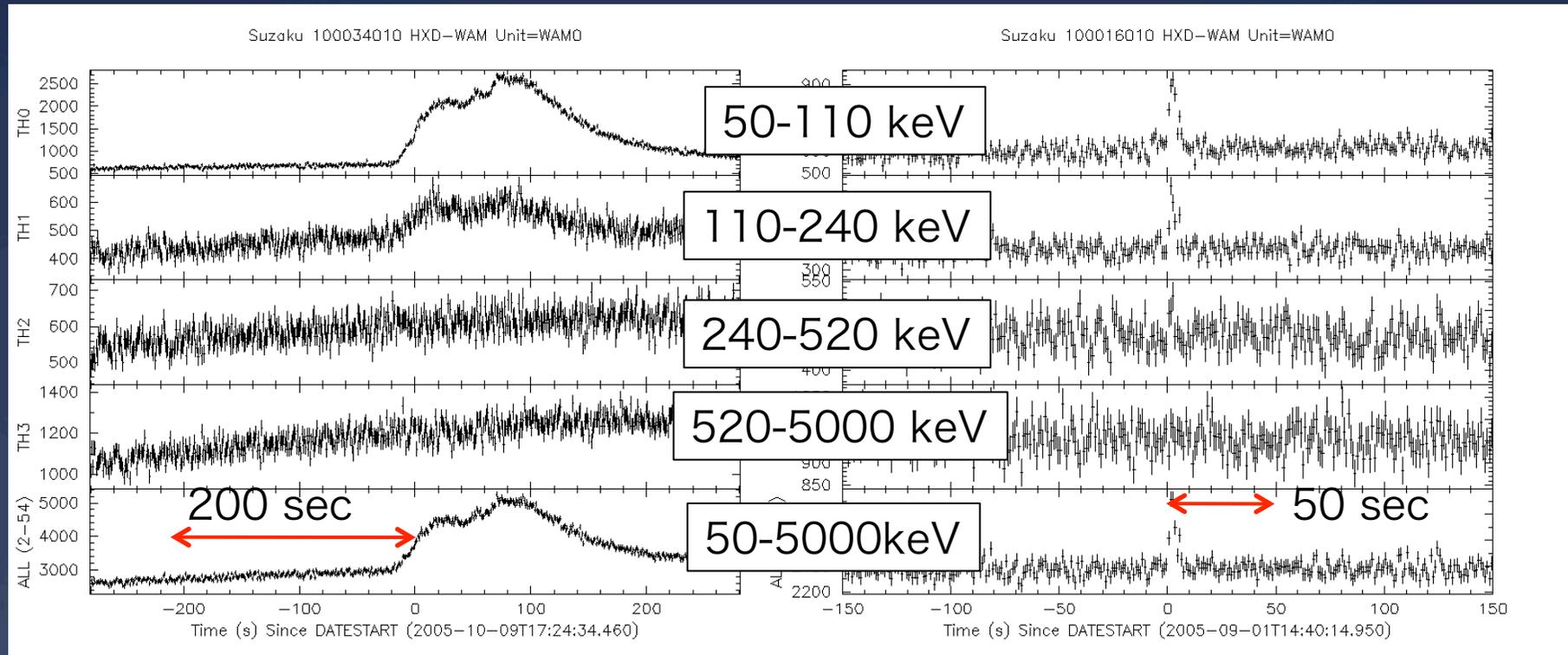


Backup slides

WAMで検出したイベント例

“SOFT_PARTICLE” 例

“BURST” 例



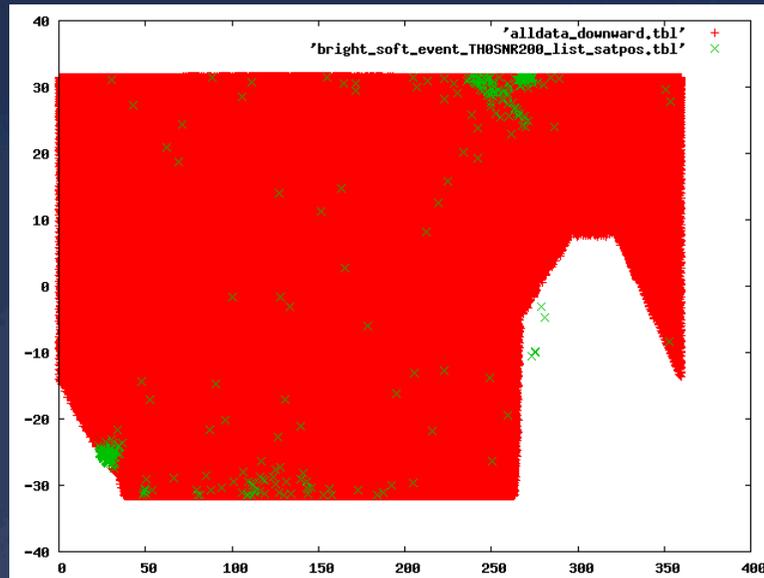
荷電粒子イベントは典型的に
数100秒間レートが徐々に上昇

ガンマ線バーストの場合は、数10秒
突発的にレートが上昇

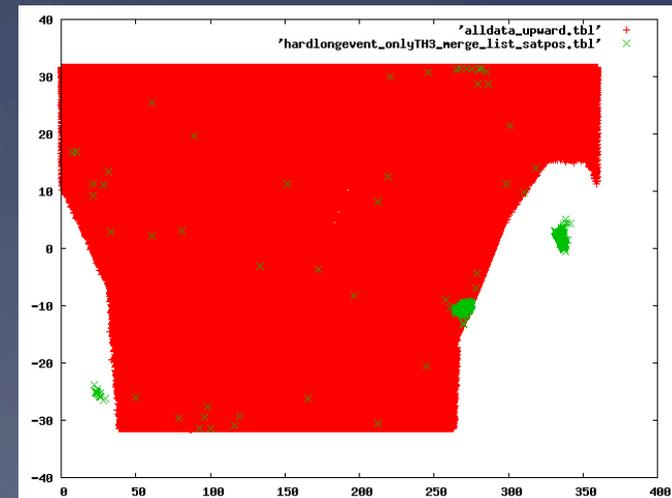
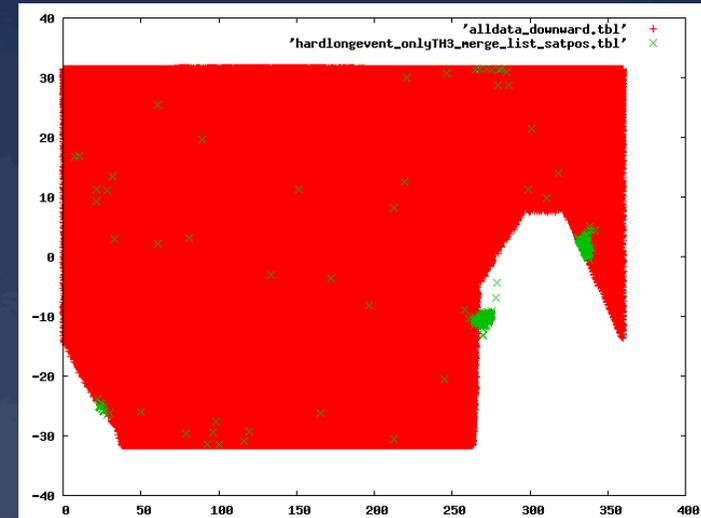


Edge of SAA

For “Soft/Bright” events



For “Long/Hard” events



- These particle events come from “edge of SAA”
- It seems that origin is same between America and Africa events (edge of SAA), but the hardness is clearly different.

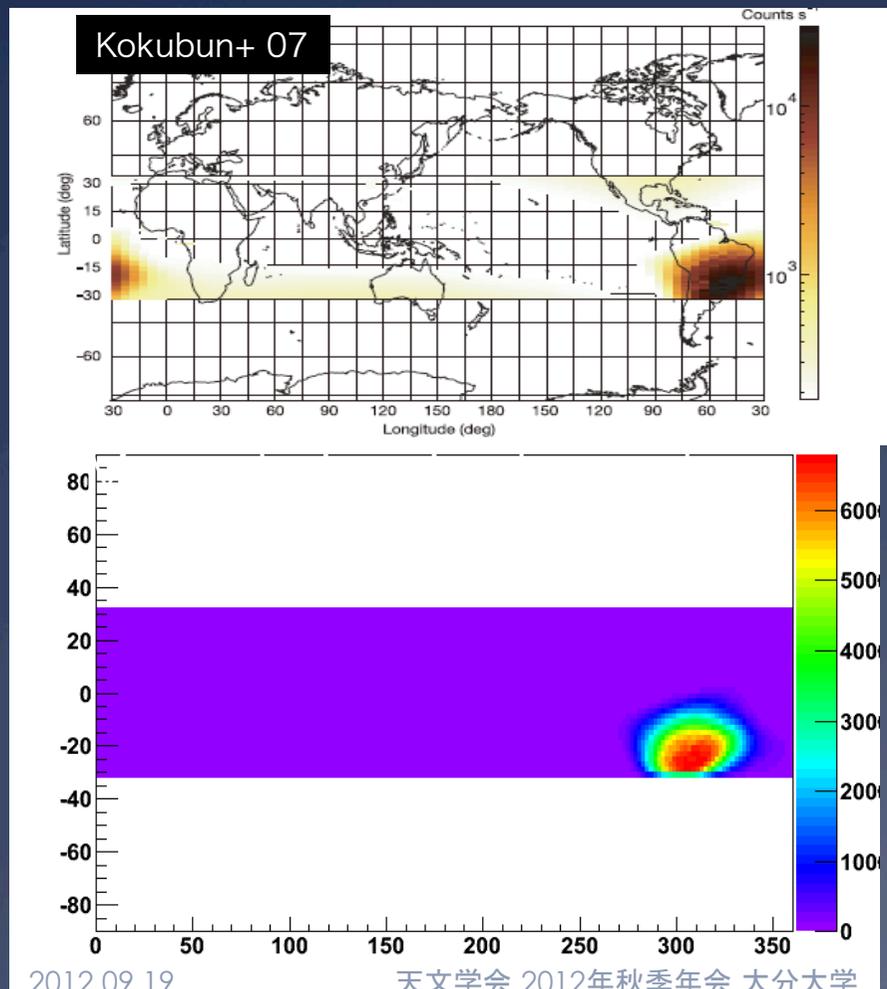
Long/Hard → trapped proton (energy deposit
Would be a few tens of MeV = hard spectrum)
Soft/Bright → which particle??

Red : WAM High Voltage is on



Particle map by HXD-PIN

HXD-PIN is being operated even during SAA → PIN upper discriminator rate can be used as the particle monitor.



For southern America, PIN UD rate is surely increasing and it is reasonable that hard particle event from the edge of SAA is the origin of southern America event.

But, no strong PIN UD rate is seen around southern Africa. Trapped particle energy is too soft to reach HXD-PIN and they are not detected ?