

# SMILE46: SMILE-2+ かに星雲解析報告

竹村泰斗, 谷森達, 高田淳史, 水村好貴, 吉川慶, 中村優太  
小野坂健, 齋藤要, 阿部光, 古村翔太郎, 岸本哲朗, 中増勇真  
谷口幹幸, 水本哲矢, 園田真也, 窪秀利, 黒澤俊介<sup>A,B</sup>  
身内賢太郎<sup>C</sup>, 澤野達哉<sup>D</sup>, 濱口健二<sup>E</sup>, 小財正義<sup>F</sup>, 莊司泰弘<sup>G</sup>  
京大理, A: 東北大NICHe, B: 山形大理, C: 神戸大理, D: 金沢大数物  
E: メリーランド大学, F: ISAS/JAXA, G: 阪大工

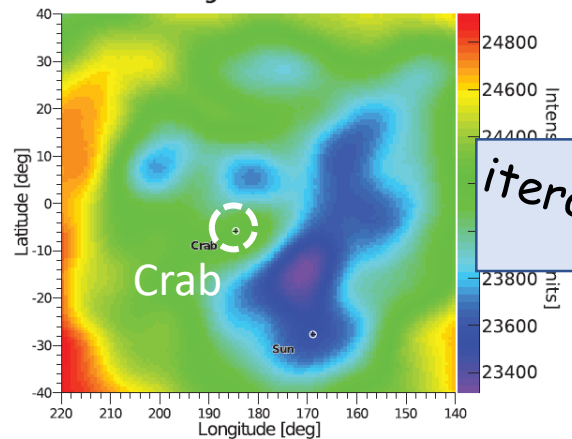


# 目次

- いまままでのMeVガンマ線望遠鏡の  
かに星雲観測とその問題点
- かに星雲 SMILE-2+検出光子数見積り
- かに星雲 SMILE-2+観測データ解析  
光度曲線、エネルギースペクトル
- まとめ

# SMILE-2+ かに星雲観測意義

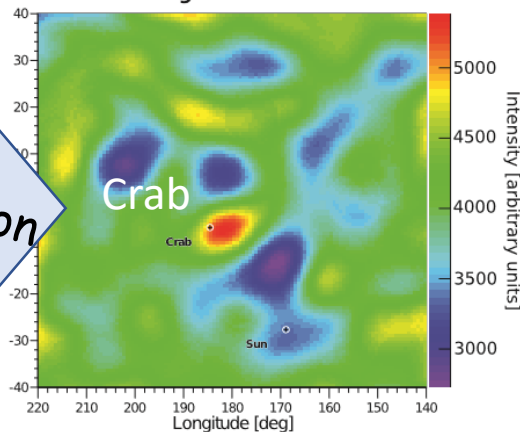
M.S.Bandstra+ (2011) NCT 2009気球観測  
Image - Iteration: 0



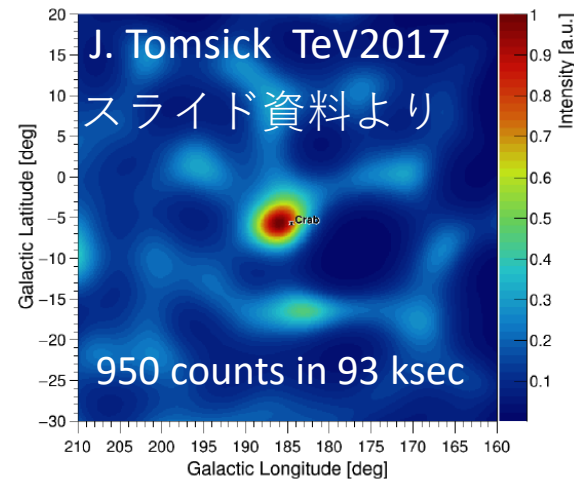
NCT 2009気球観測

iteration

Image - iteration: 5



COSI 2016気球観測



**NCT** かに星雲**3800 photon**の観測光子数を予測 =>2009気球実験 **667 photon**  
(Ft. Sumner, 2009, 観測時間 ~29.3 ksec, 高度 35-40 km) M.S.Bandstra+ (2011)

**COSI** 2016気球観測(Wanaka, New Zealand, 飛翔時間~46 days, 高度 ~34 km)  
かに星雲観測フラックスが標準フラックスの**2倍** J. Tomsick TeV2017スライド資料

**LXeGRIT** 気球実験実施(Ft. Sumner, 2000, 飛翔時間 ~ 27 hour, 高度 ~40 km )  
かに星雲検出できず A. Curioni, Doctoral Thesis (2004)

**TIGRE** 気球実験実施(Ft. Sumner, 2007, 観測時間~ 18 ksec, 高度~40 km)  
かに星雲検出できず K. Kamiya, Doctoral Thesis (2011)

**地上試験と気球観測において感度が不一致**

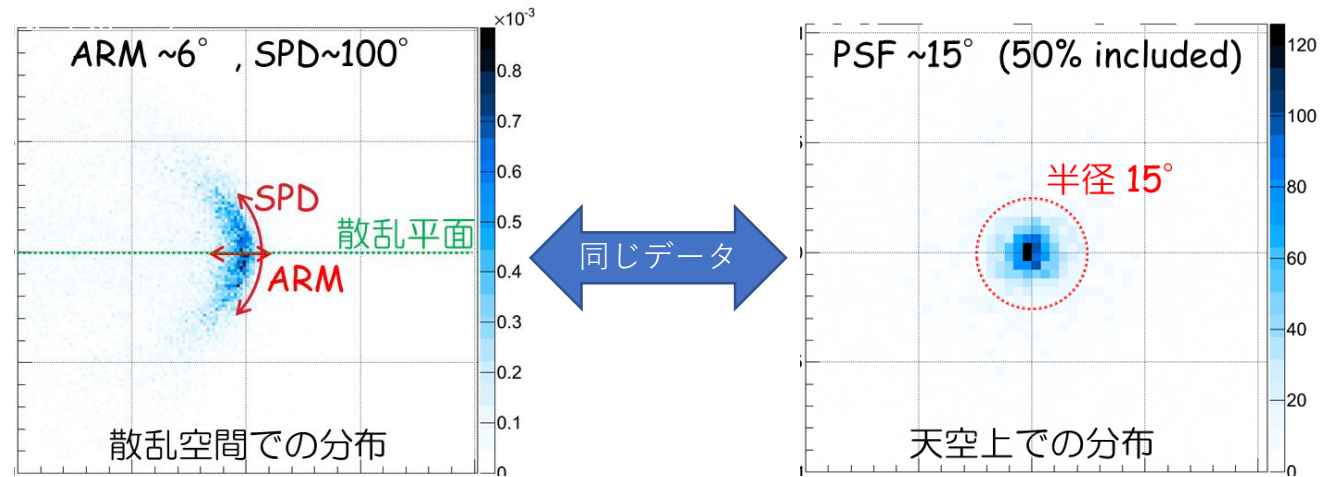
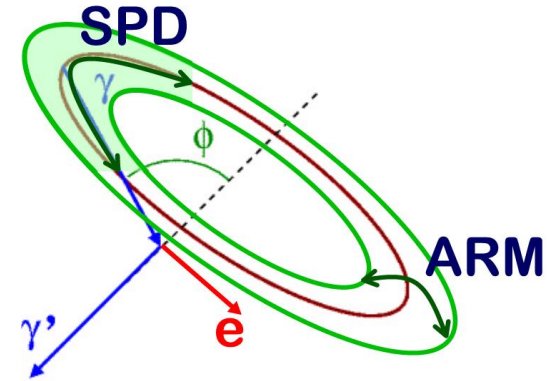
# MeVガンマ線望遠鏡の角度分解能

**Angular Resolution Measure :**

コンプトン散乱角の決定精度

**Scatter Plane Deviation :**

散乱方向を軸とする散乱平面の決定精度

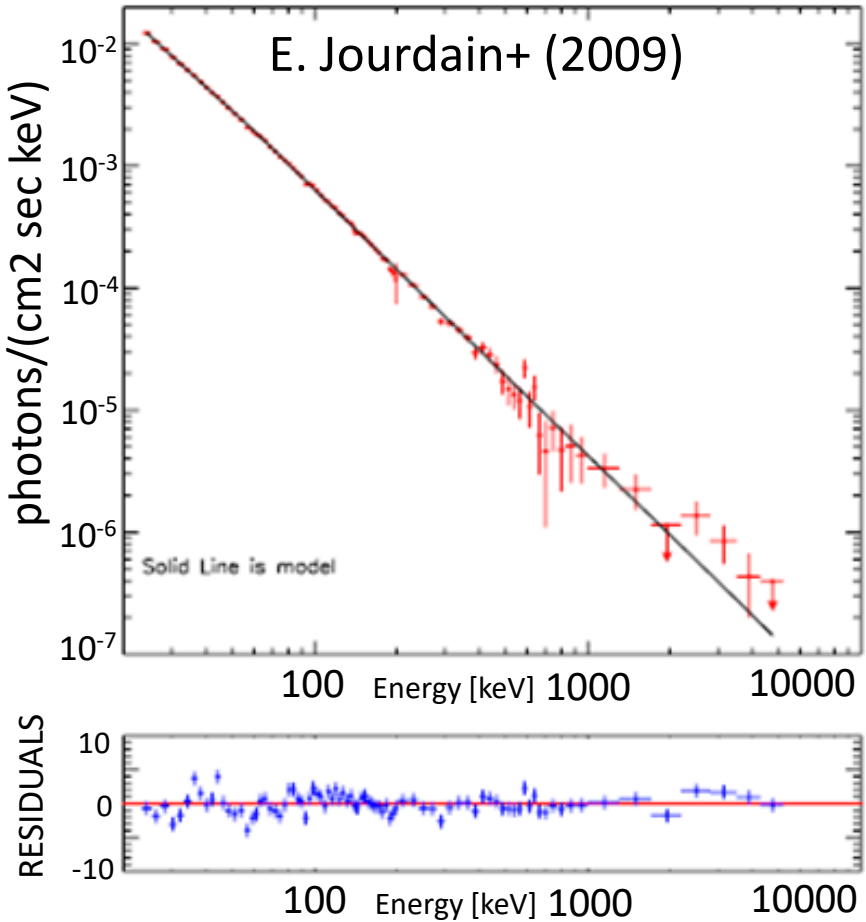


ETCCで実際に取得したデータ ⇒ PSFはARMともSPDとも一致しない

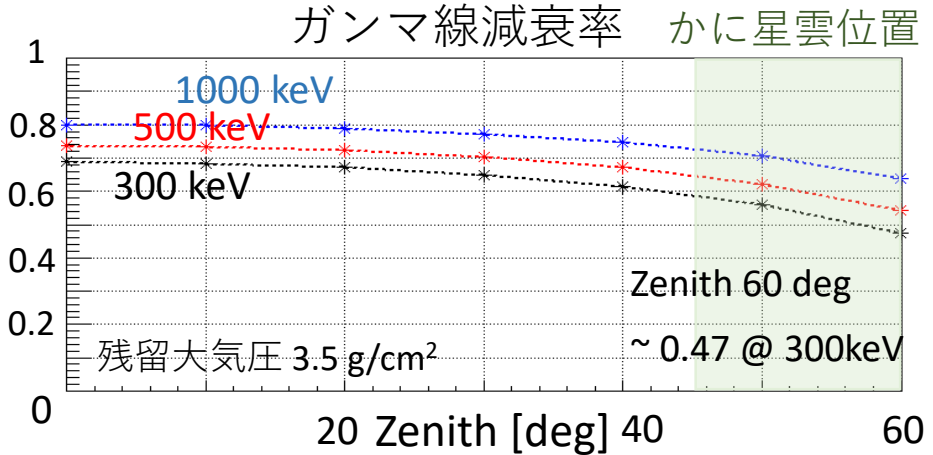
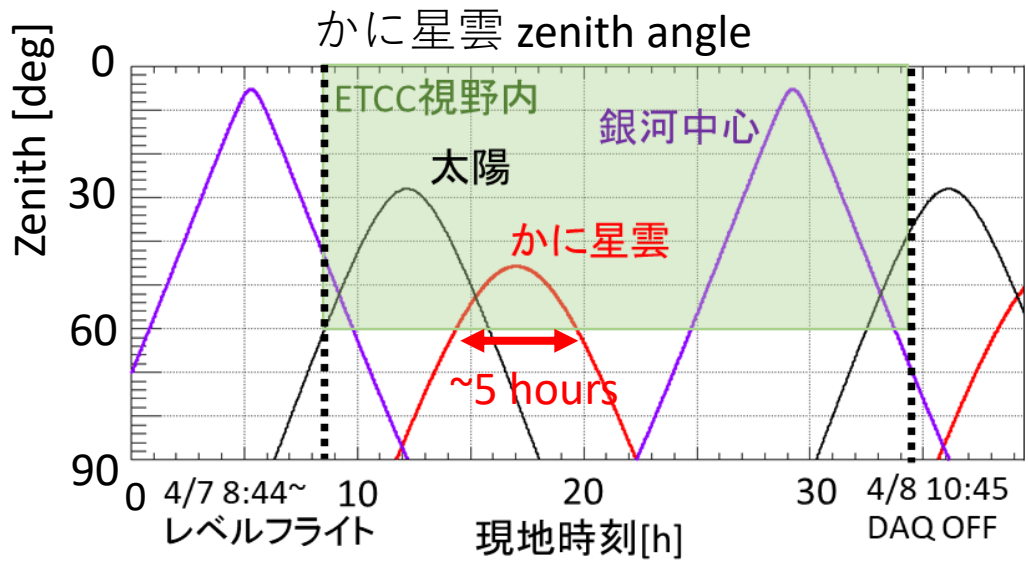
PSFにより角度分解能を定義し正しい感度をもって  
天体観測を見積ることが必須

# 光子数見積り(1/3) かに星雲観測

INTEGRAL/SPI かに星雲スペクトル



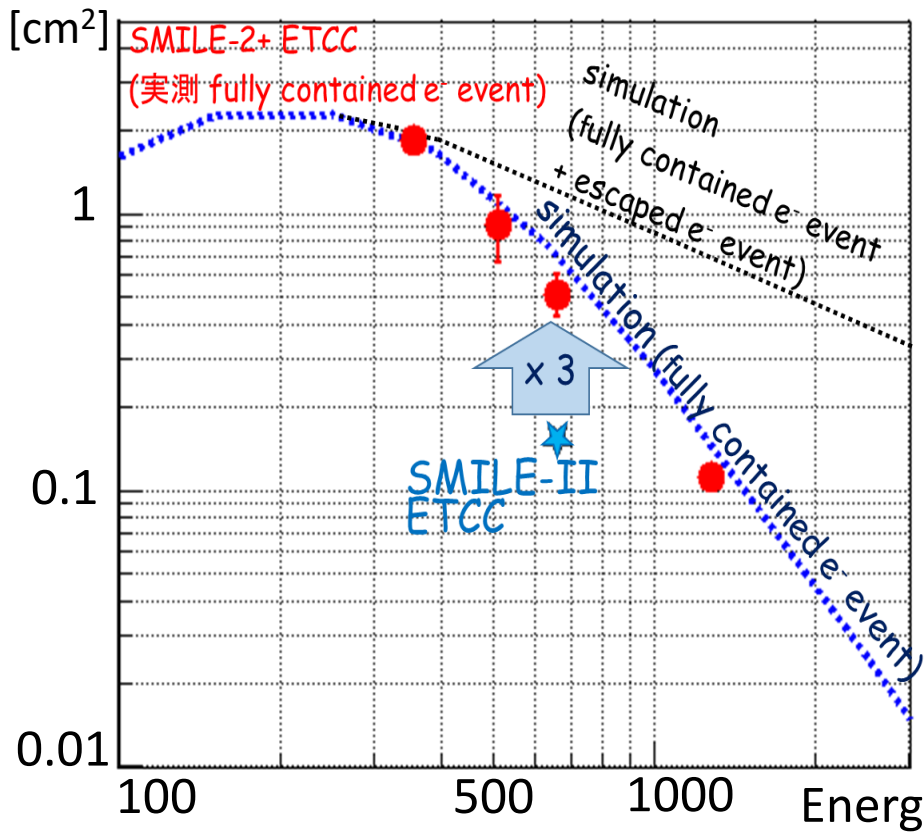
SMILE-2+ 気球観測 @Alicesprings, Australia  
 気球高度~39 km, かに星雲観測時間 ~ 5 hour



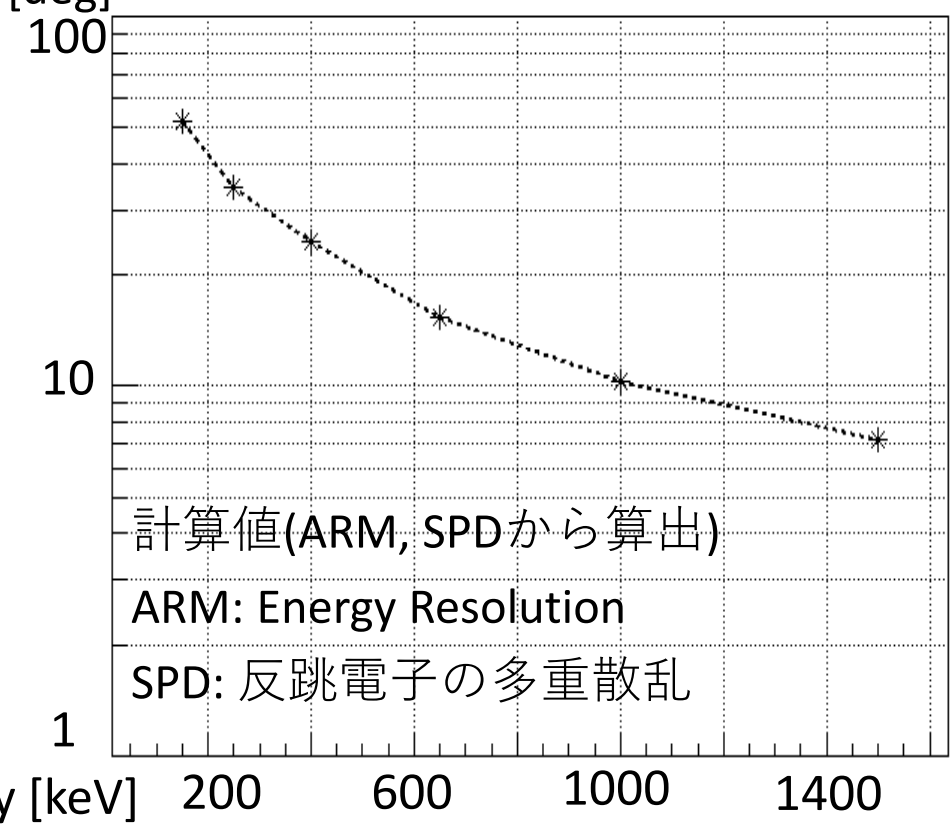
南半球での気球観測においてかに星雲観測は**大気減衰の影響大**

# 光子数見積り (2/3) SMILE-2+ ETCC 性能

### ETCC 有効面積



### Point Spread Function (50% include)

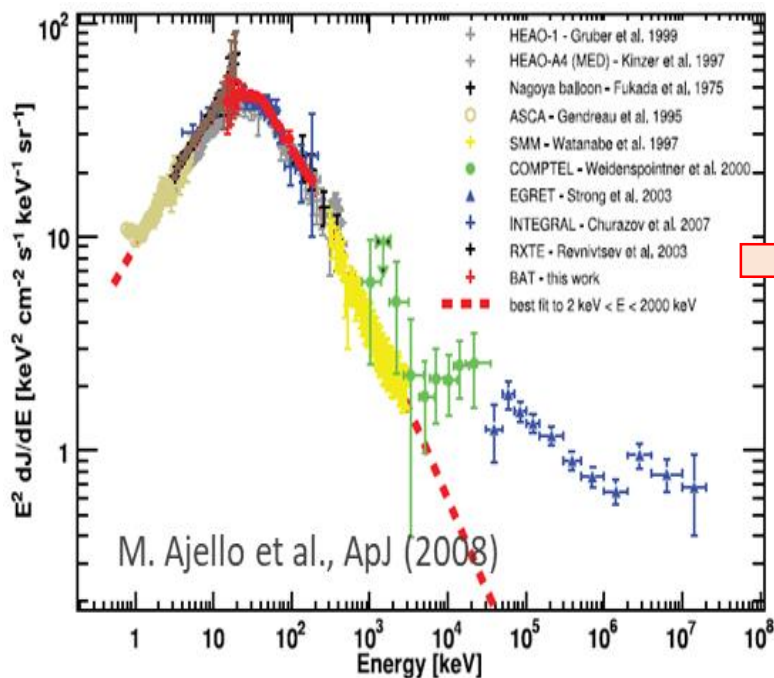


200 – 1500 keVにおけるかに星雲由来ガンマ線

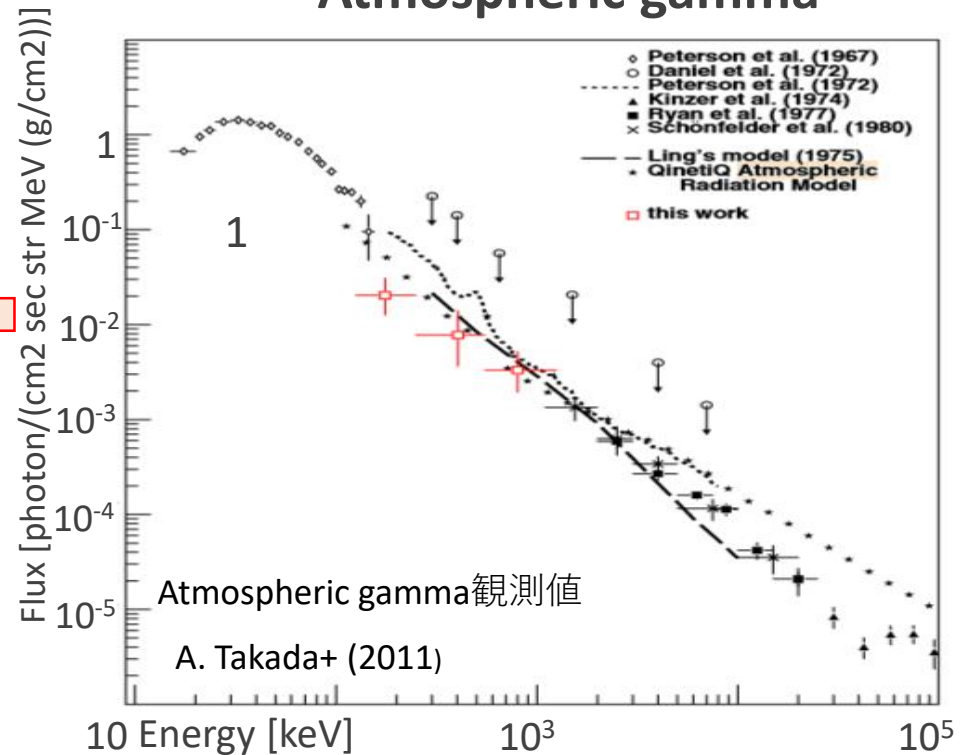
ETCC検出光子数 (Single Hit Event) ~ 263 photons (no image cut)

# 光子数見積り (3/3) Backgroundガンマ線

## Extragalactic diffuse gamma



## Atmospheric gamma



BAT, SMM, COMPTELの観測値を参照

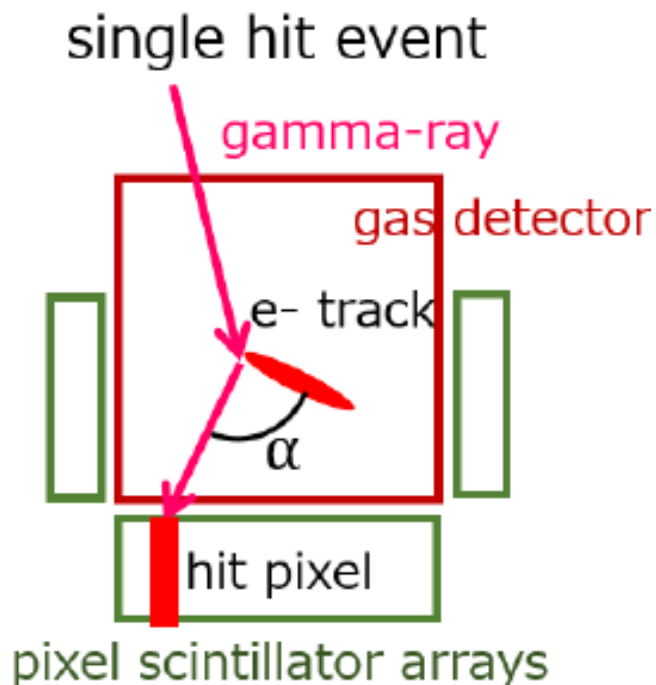
Ling modelを使用(J. C. Ling (1975))

200 – 1500 keVにおけるBackgroundガンマ線  
ETCC検出光子数(Single Hit Event) ~ 1930 photons

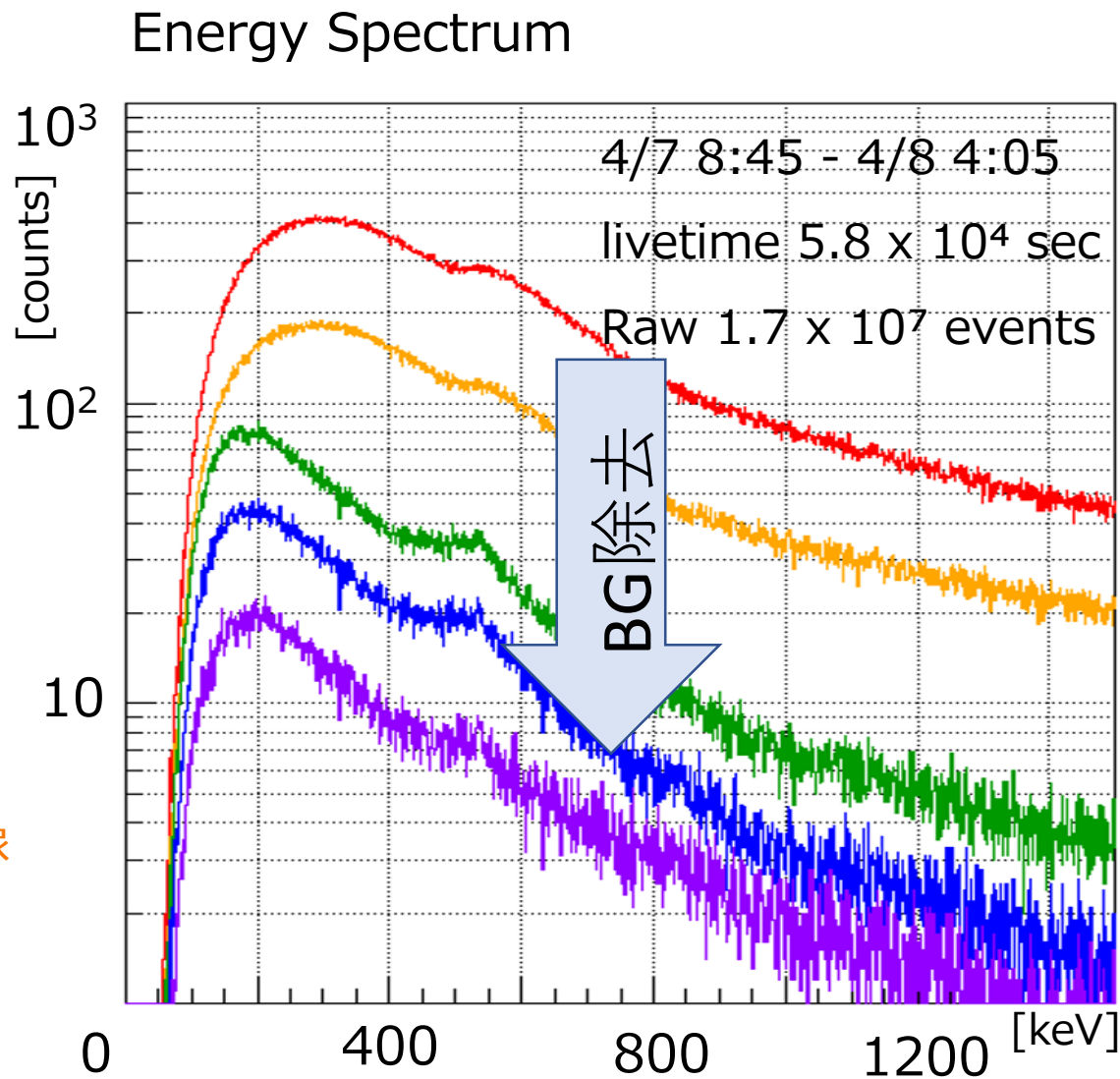
➡ かに星雲 ~ 4.1  $\sigma$  検出を予測

# ガンマ線解析手法

7



1. single scintillator hitの事象
2. 有効体積内に散乱点がある事象
3. fully contained e- の事象
4.  $\alpha$ 角による Compton散乱事象の選択
5. zenith angle  $0 - 60^\circ$

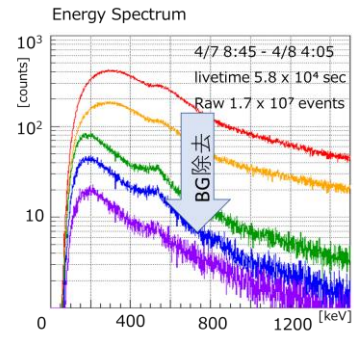
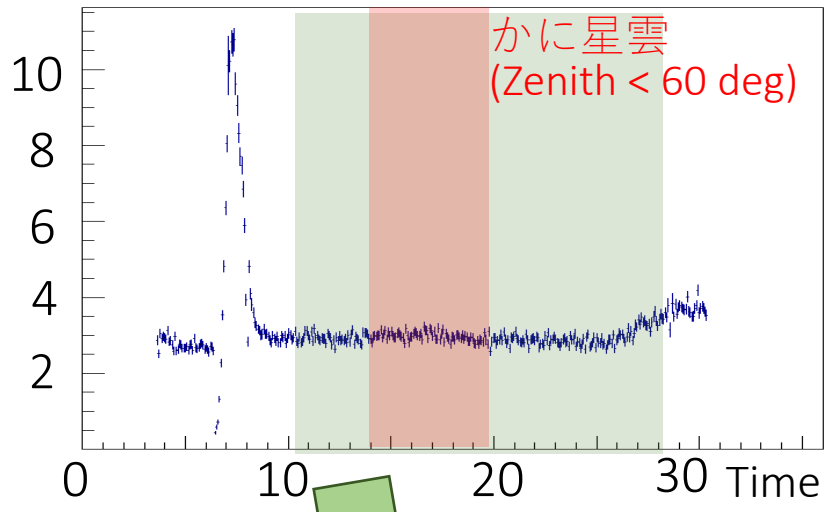


2桁のバックグラウンドを除去



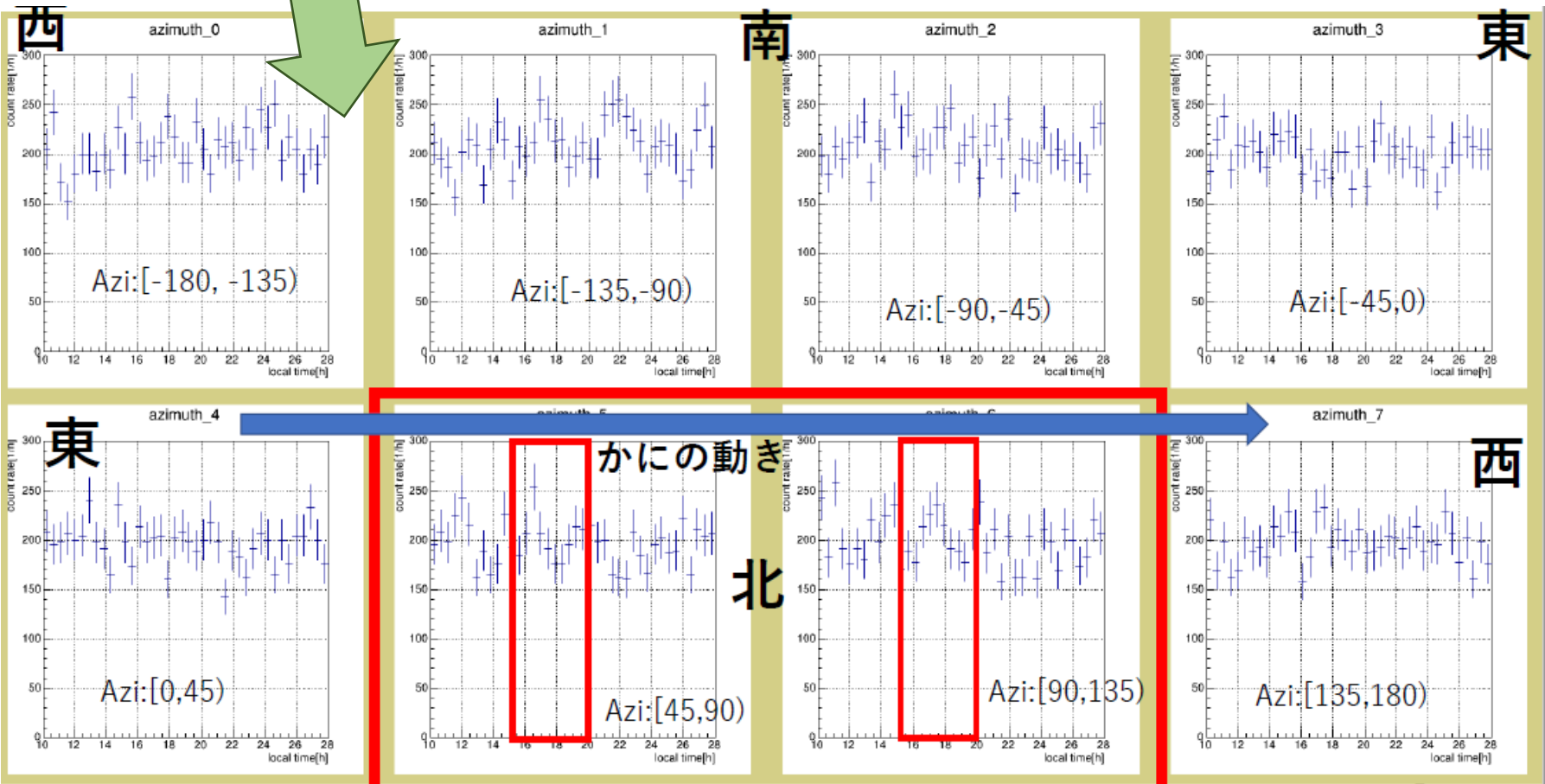
# ガンマ線光度曲線

ガンマ線レート [Hz]

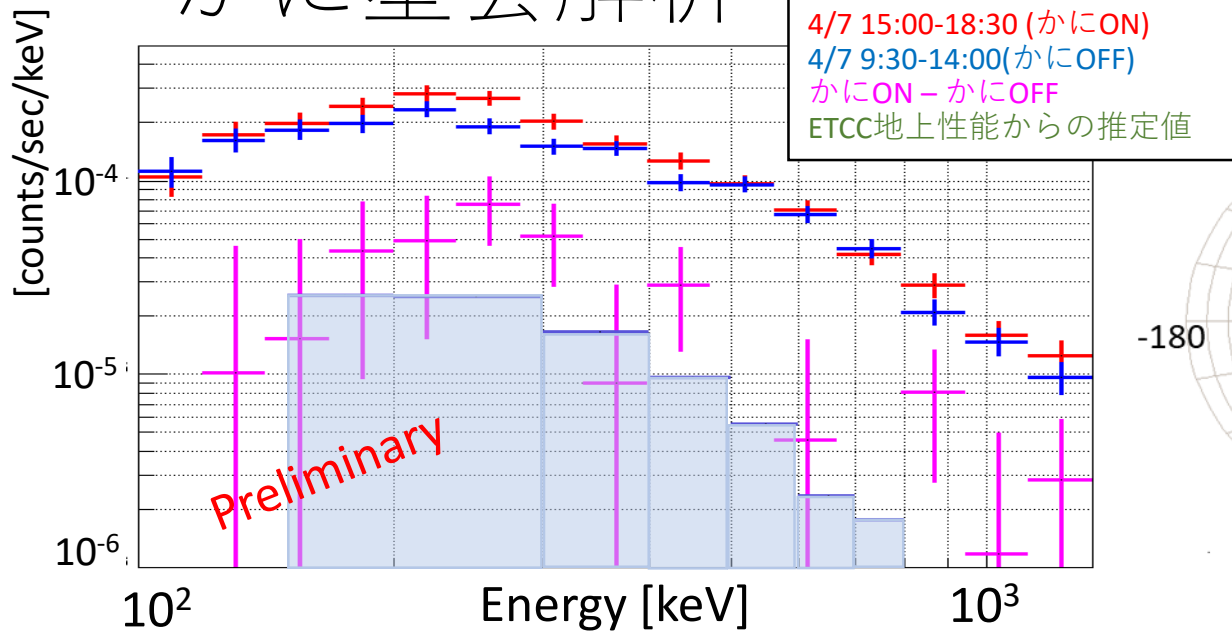


1. single scintillator hitの事象
2. 有効体積内に散乱点がある事象
3. fully contained e- の事象
4.  $\alpha$ 角による Compton散乱事象の選択
5. zenith angle 0 - 60°

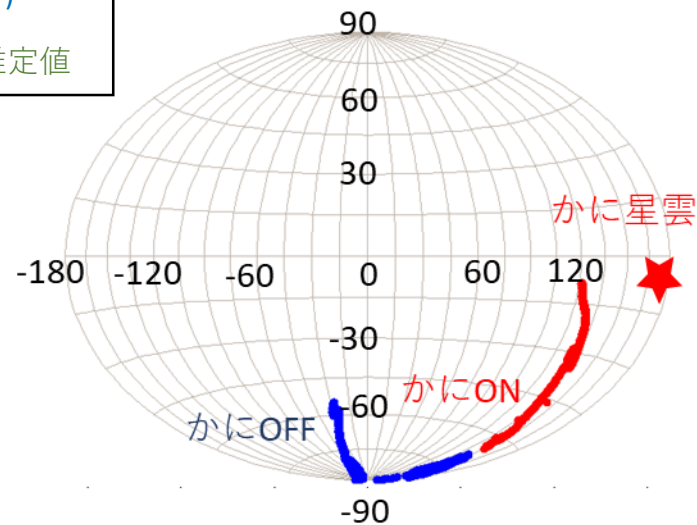
Time on 4/7 ACS [h] 200-400 keV Zenith 30-60 deg



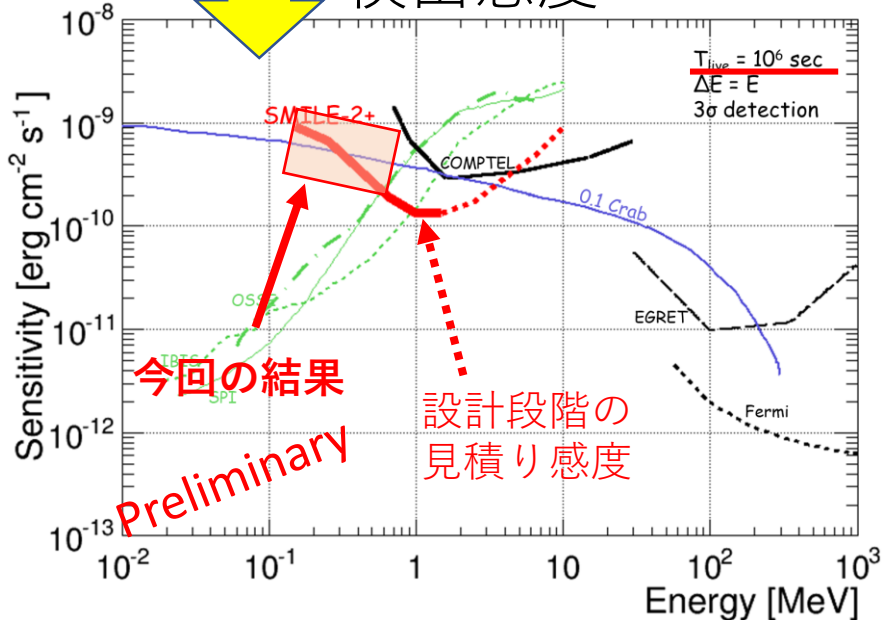
# かに星雲解析



ETCC視野中心方向の軌跡



検出感度



かに星雲方向から3 $\sigma$ の超過見積りと同等の光子数を得た

観測時間 $\sim 10^4 \text{ sec}$ , 3 $\sigma$

=>観測時間 $\sim 10^6 \text{ sec}$ ,  $\sim 0.1 \text{ Crab}$ (3 $\sigma$  detection)

MeVガンマ線望遠鏡として初めて設計と同等の感度を達成することに成功

# まとめ

## ➤ SMILE-2+ かに星雲観測

- ✓ PSFにより角度分解能を正しく定義した上での感度計算が重要
- ✓ ON領域-OFF領域解析で $3\sigma$ の超過を検出
- ✓ コンプトン望遠鏡として初めて天体観測にて設計と同等の感度を達成することに成功

## ➤ これから

- ✓ かに星雲の詳細解析  
姿勢情報の修正、simulation (応答関数の作成やBackground)等
  - ✓ 宇宙環境下におけるETCCのPSFとSensitivityを評価
- MeVガンマ線望遠鏡の感度問題を解決する