

中村優太, 高田淳史, 谷森達, 水村好貴, 竹村泰斗, 吉川慶, 中村優太, 小野坂健, 齋藤要, 阿部光, 水本哲矢, 園田真也, 窪秀利, 古村翔太郎, 岸本哲朗, 中増勇真, 谷口幹幸, 黒澤俊介<sup>A,B</sup>, 身内健太郎<sup>C</sup>, 澤野達哉<sup>D</sup>, 小財正義<sup>E</sup>, 荳司泰弘<sup>F</sup>  
 京都大理, A:東北大NiCHE, B:山形大理, C:神戸大理, D:金沢大数物, E:ISAS/JAXA, F:大阪大

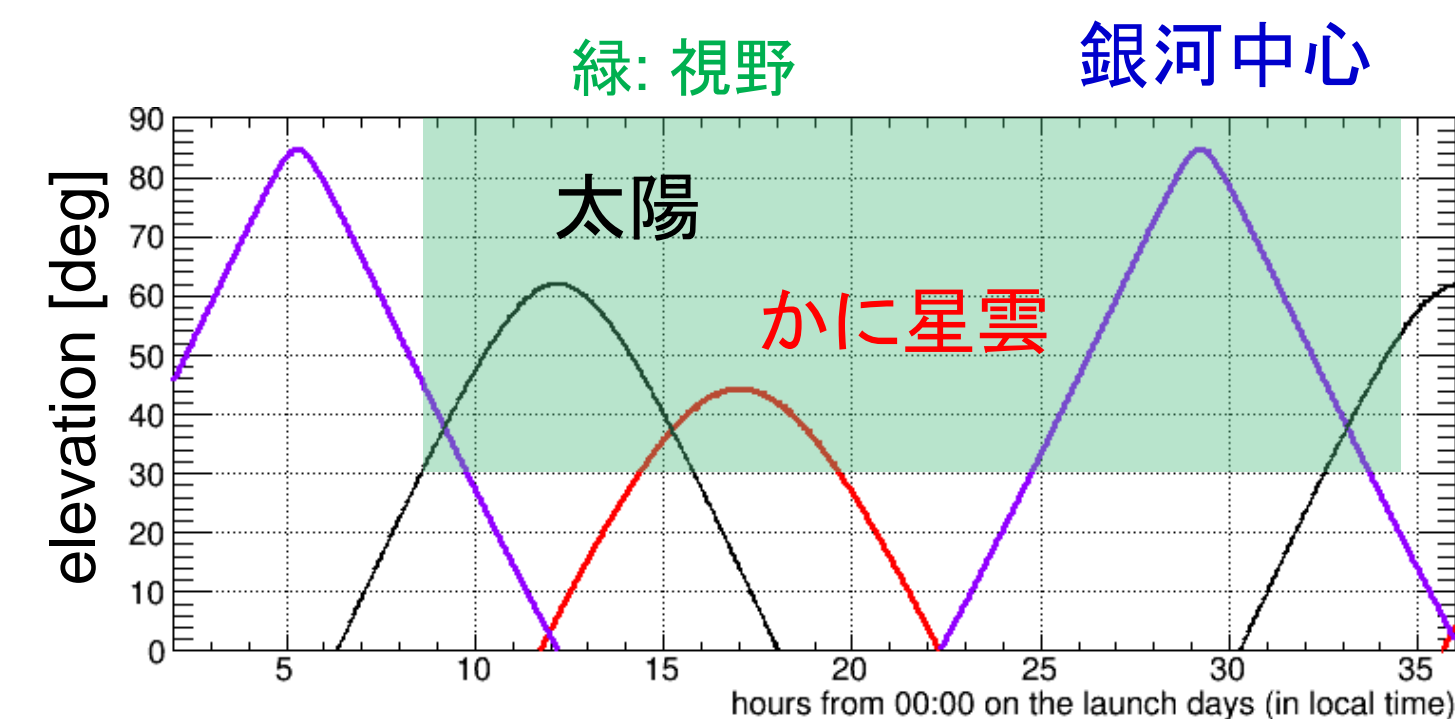


## 1. SMILE-2+実験と解析の目的

2018/4/7-8に豪州アリススプリングスで実施したMeVガンマ線観測気球実験: SMILE-2+では次世代MeVガンマ線望遠鏡である電子飛跡検出型コンプトンカメラ(ETCC)の気球高度雑音環境における撮像分光性能の実証を行う。搭載ETCCは3 strの視野を持ち、低エネルギーガンマ線用解析では約100 keVから800 keV、高エネルギー用解析では800 keVから数 MeV 程度の検出が可能である。

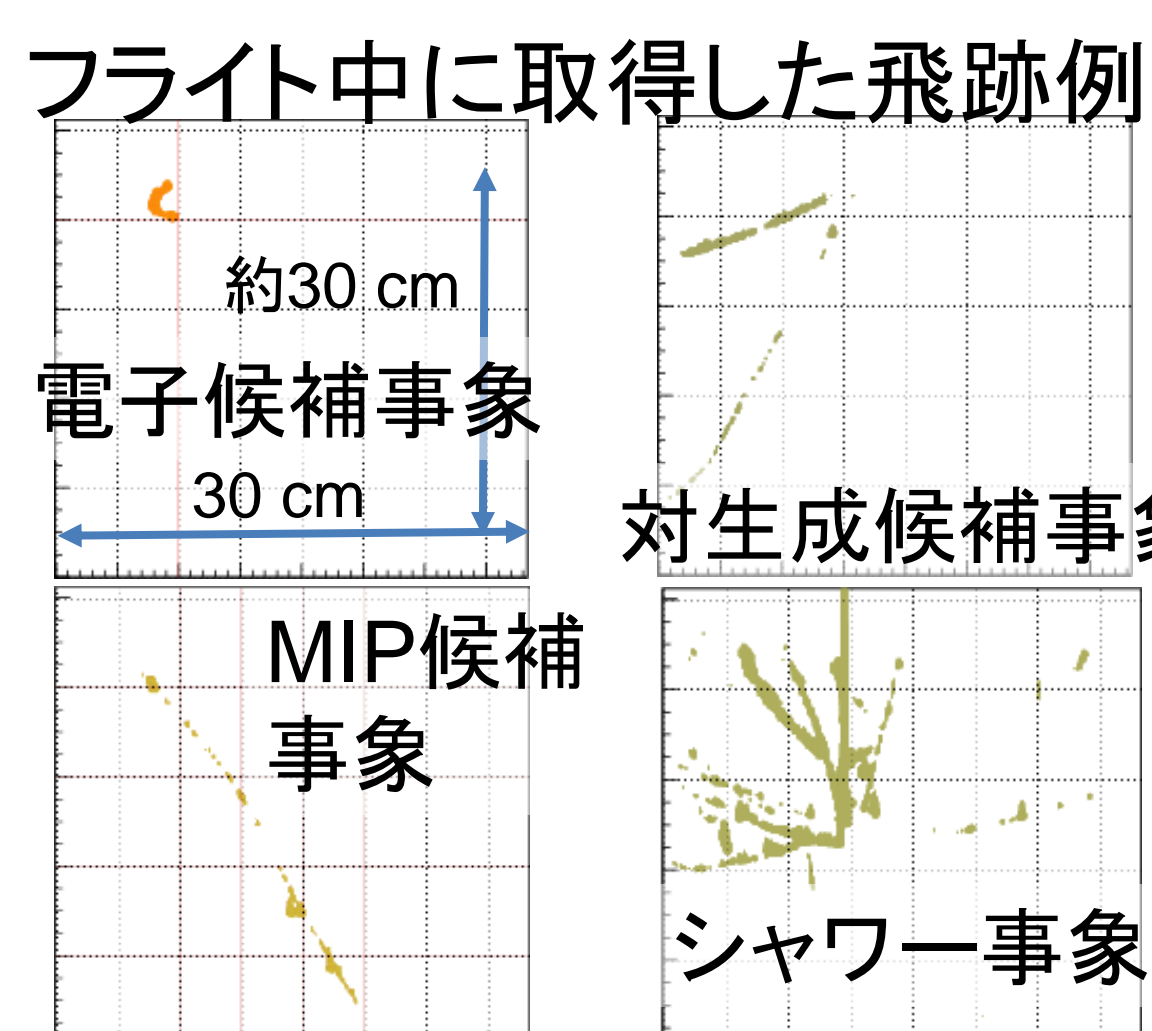
### 解析天体と目的

- 銀河中心領域: 厳密な光学原理に基づいたPSF によるガンマ線撮像分光の実証。4/8 1:00～10:00(現地時)にかけて、視野のほぼ中心を通過。
- かに星雲: 連続ガンマ線に対する感度の検証。4/7 14:00～20:00にかけて、zenith 45deg付近を通過。



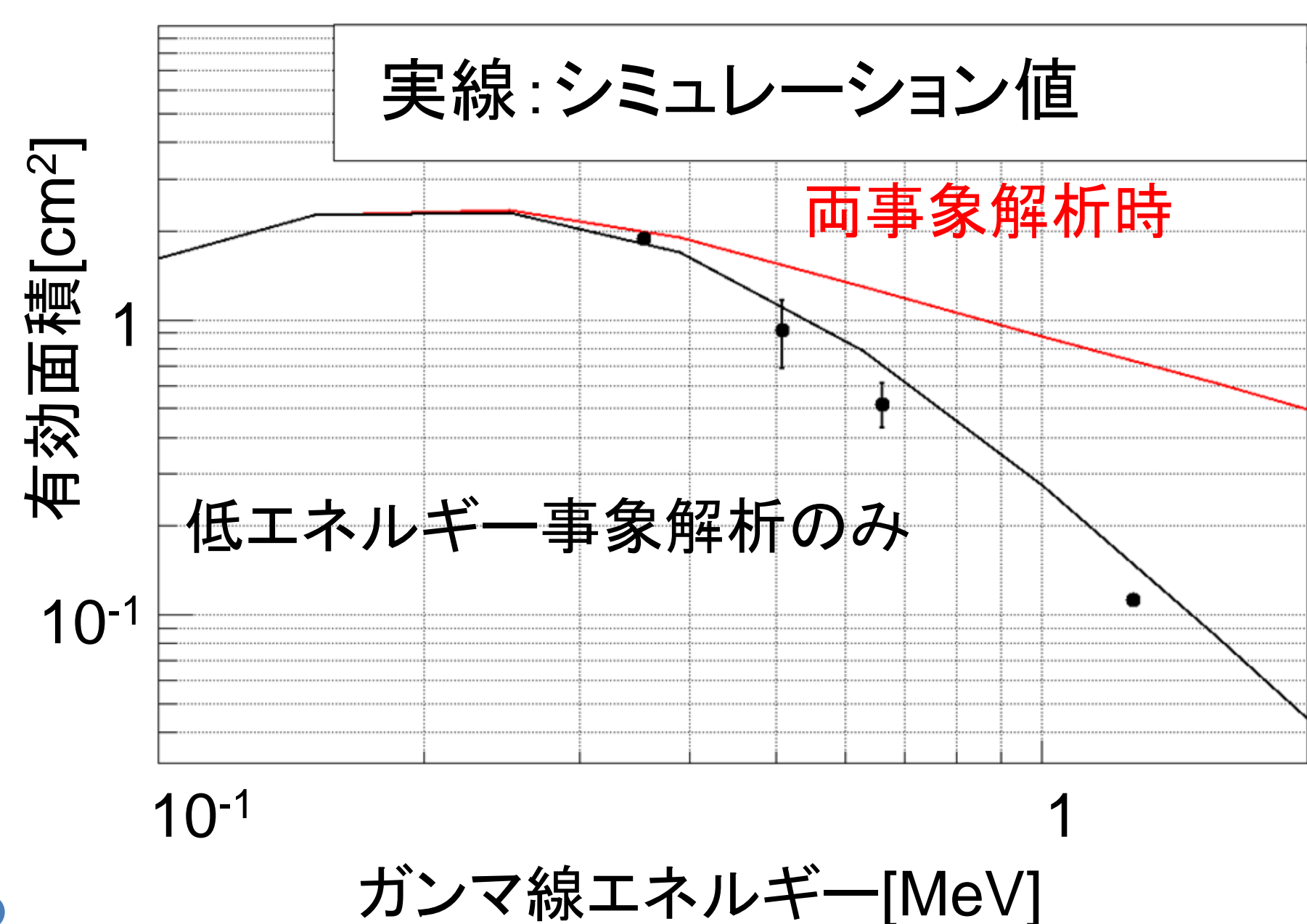
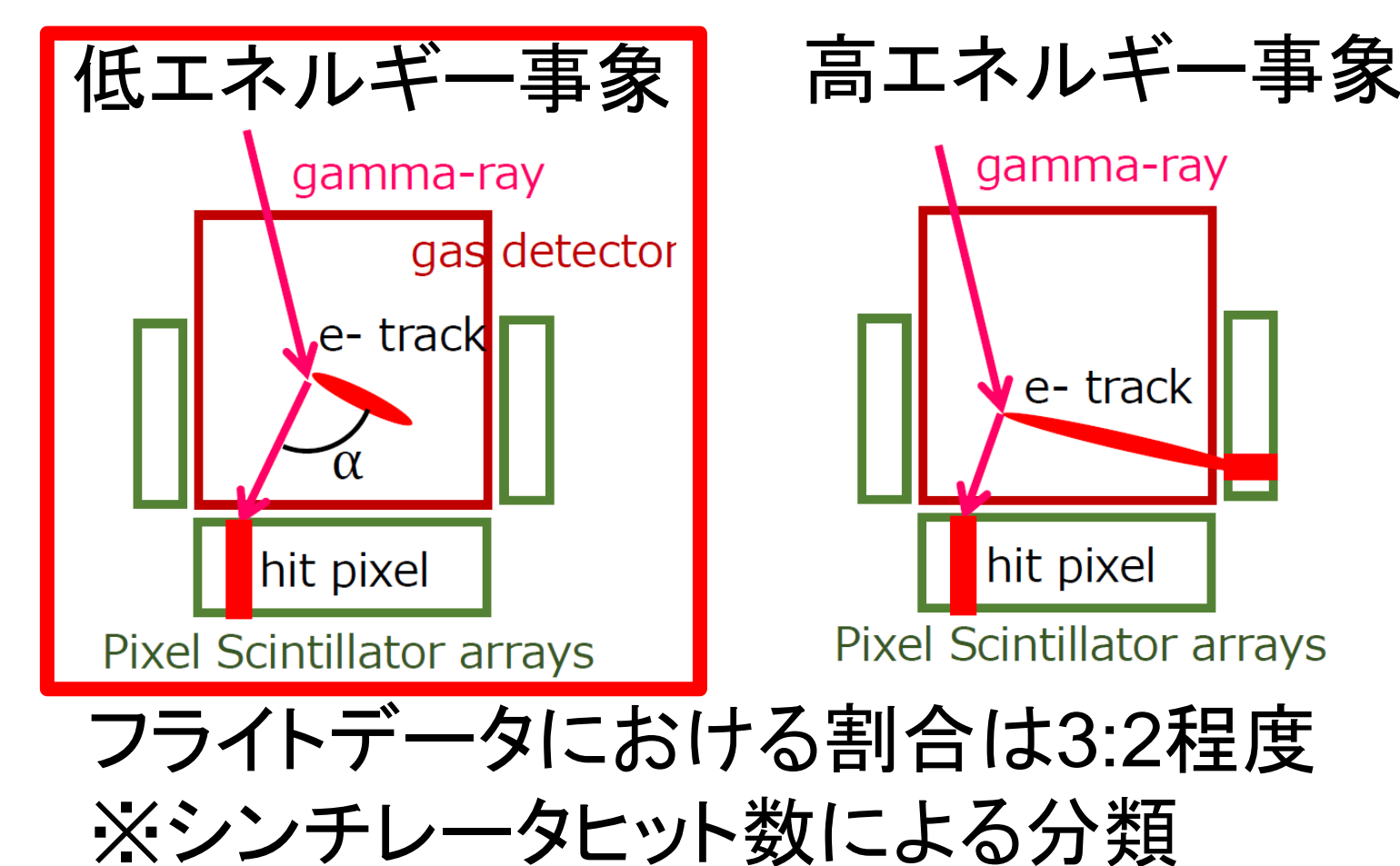
## 2. 解析手法

ETCCは荷電粒子飛跡検出器とピクセルシンチレータアレイからなる。飛跡検出器で取得した電子候補以外の事象もエネルギーやドリフト速度の機上較正に用いた。実際の解析ではシンチレータのヒット数、事象の幾何的条件や運動学的条件、飛跡のエネルギー損失が事象選択に用いられる。



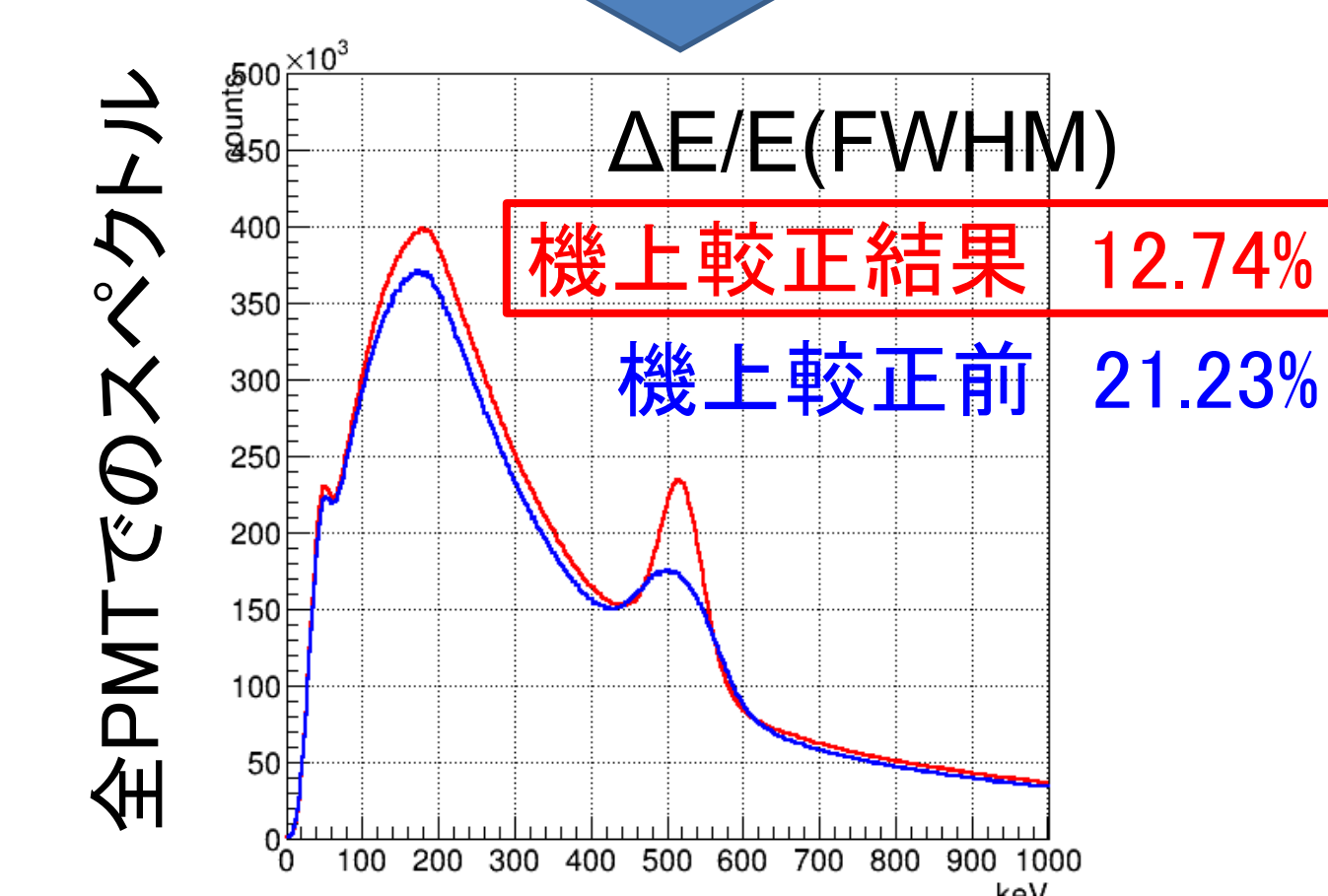
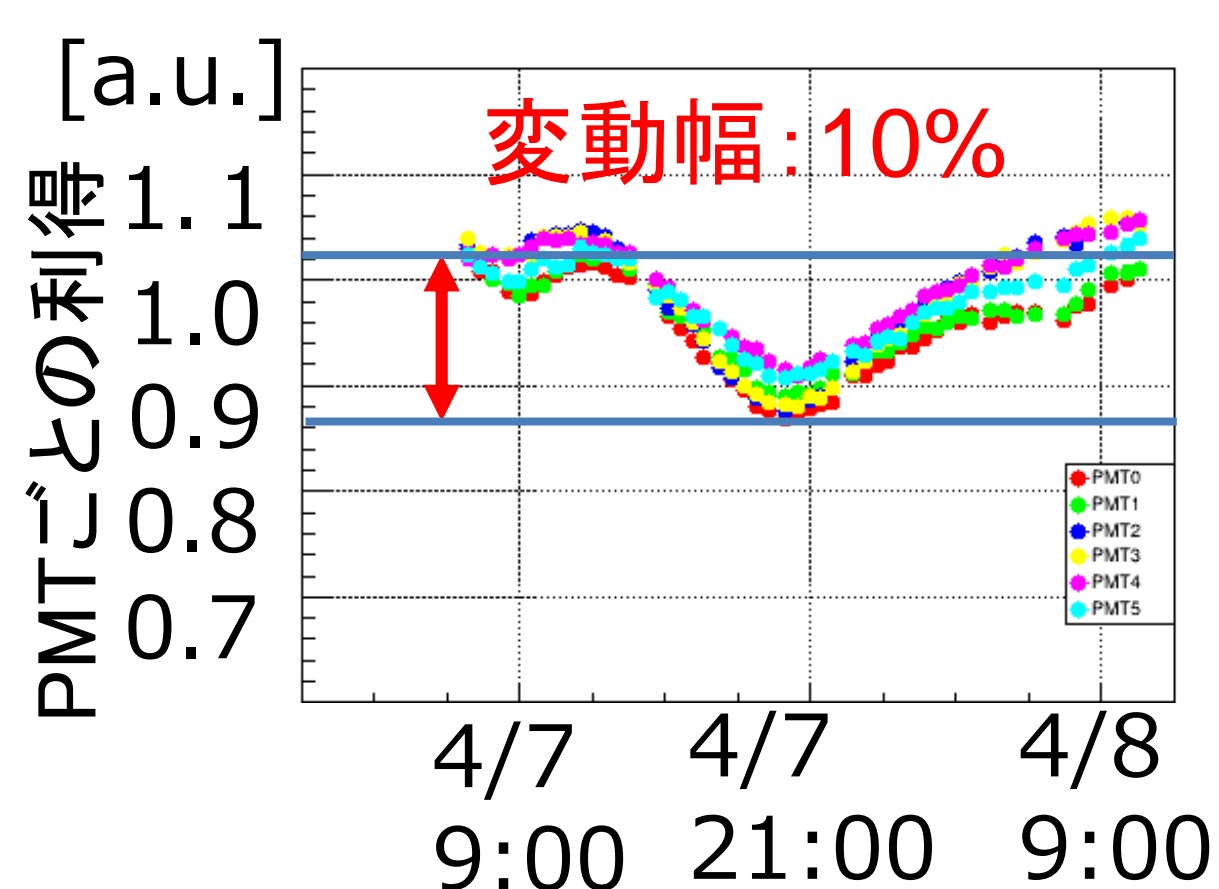
SMILE-2+ではコンプトン反跳電子が飛跡検出器の有感領域からはみ出てシンチレータに入射した事象も解析可能である。このような事象は入射ガンマ線のエネルギーが800 keV以上で主要となる。本発表では解析方法が比較的容易である低エネルギー事象の解析によるものである。

### 今回はこちらのみ



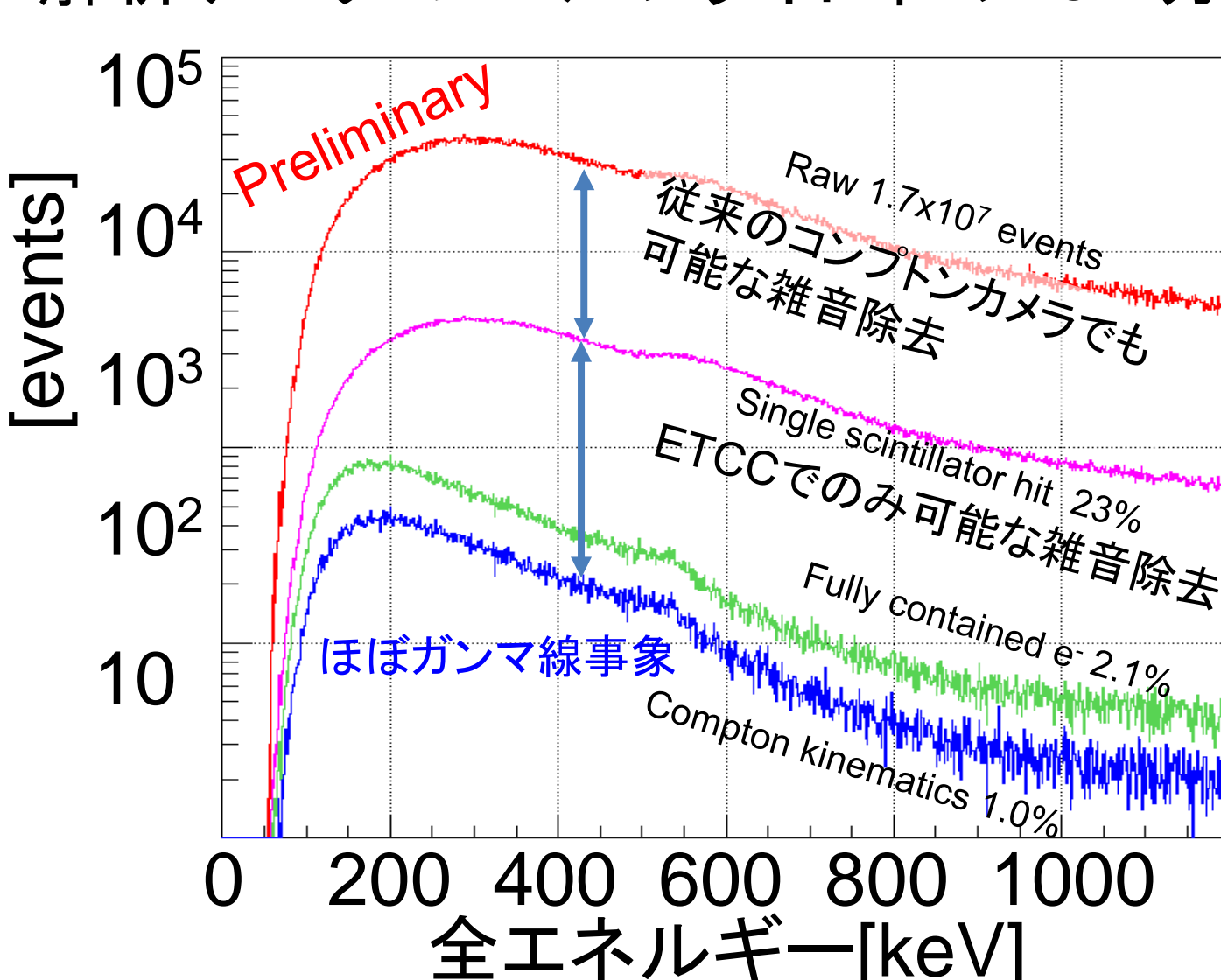
## 3. 機上較正

### シンチレータの較正

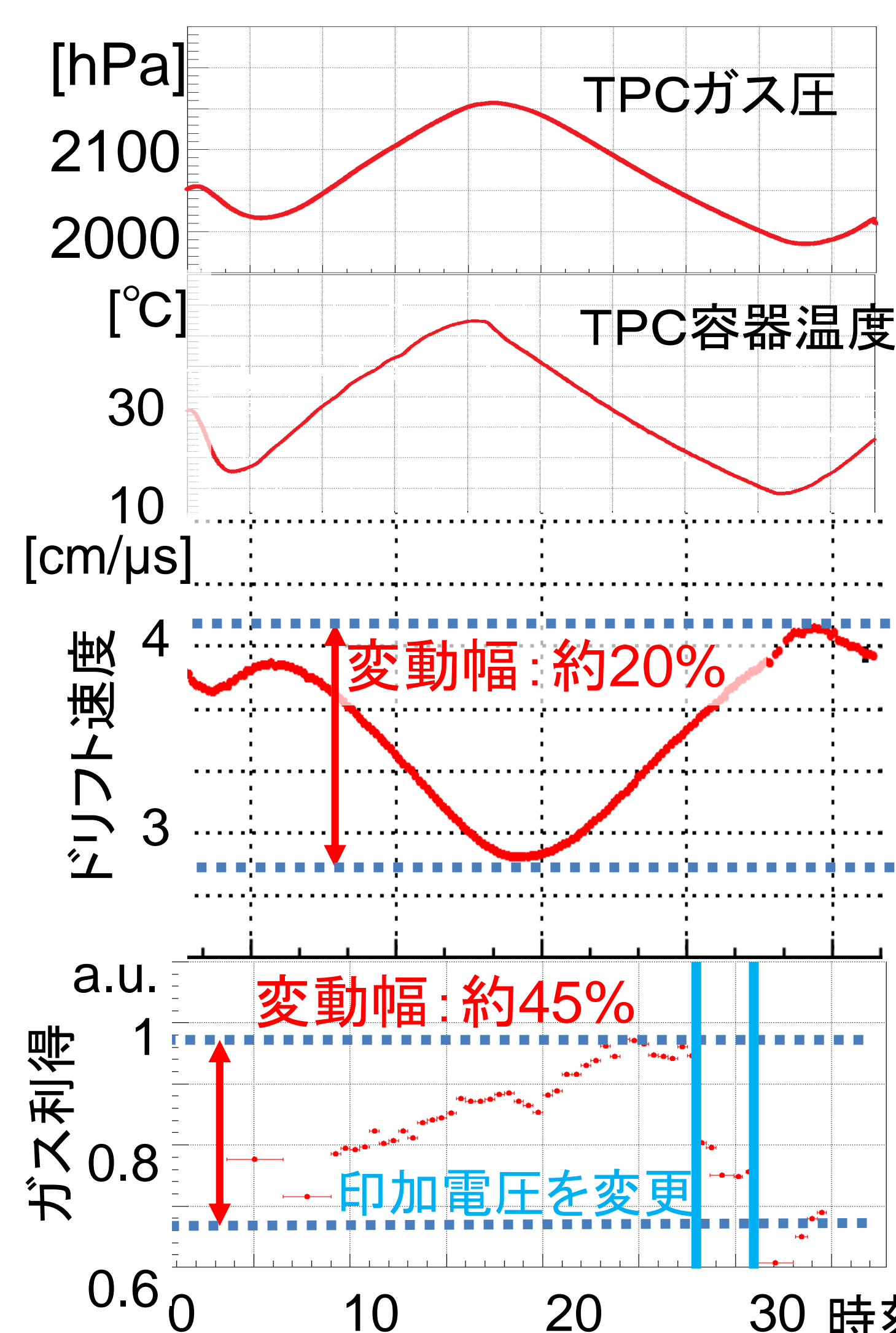


511 keVガンマ線の光電吸収ピークを用いてPMT(8×8 pix)単位で較正

解析データ: レベルフライト中の19 h分



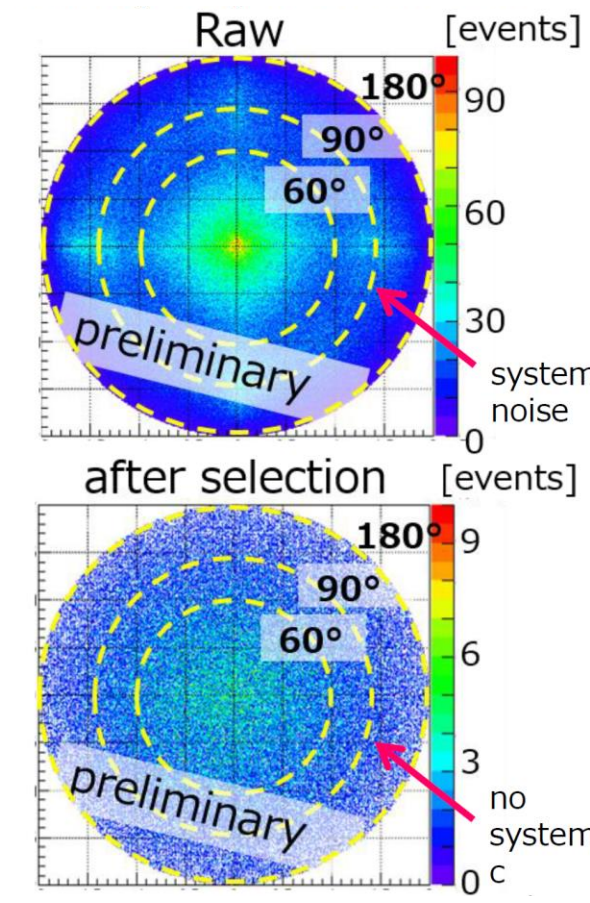
### 飛跡検出器の較正



ドリフト速度の較正は検出器有感領域を荷電粒子が縦断する事象を用いて、利得の較正はMIPのエネルギー損失率を用いた。

Live time:  $5.7 \times 10^4$  sec

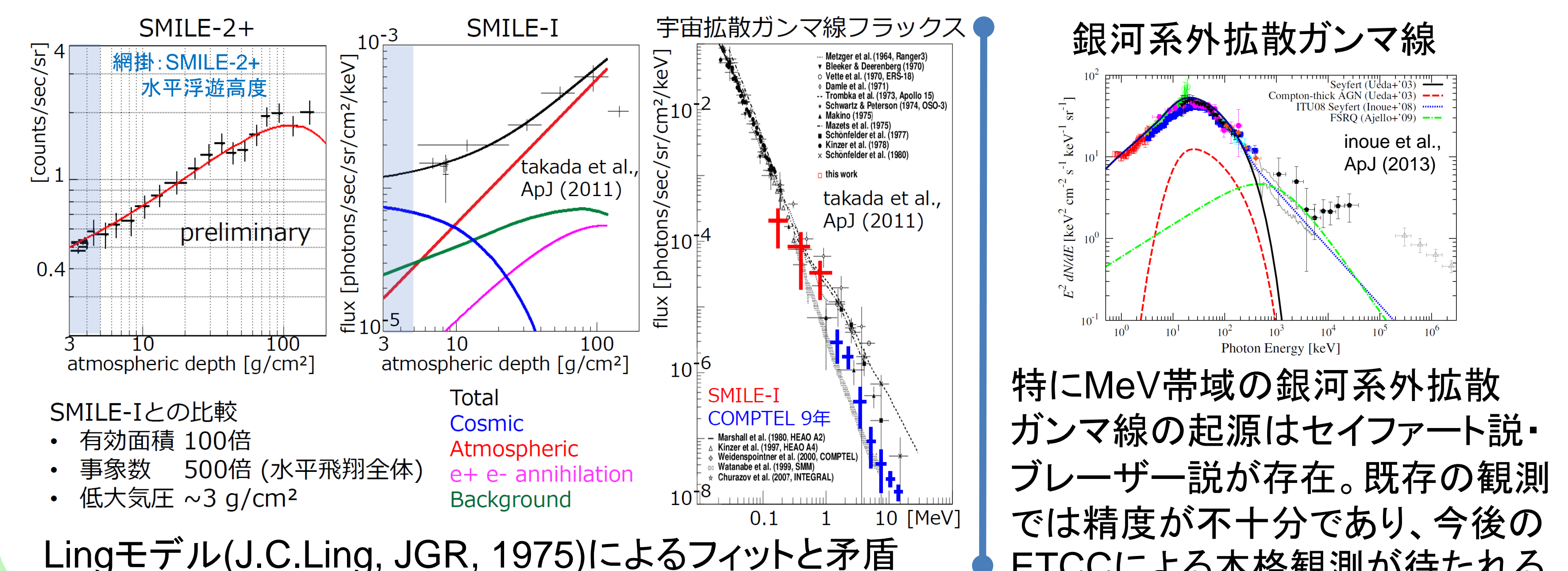
検出器座標での全天図



電子飛跡取得を用いたカットにより他の検出器よりも1桁以上雑音を抑制。宇宙線事象や同時事象による雑音が除去されたほぼ純粋なガンマ線事象が得られる。

## 4. ガンマ線強度の残留大気圧依存性

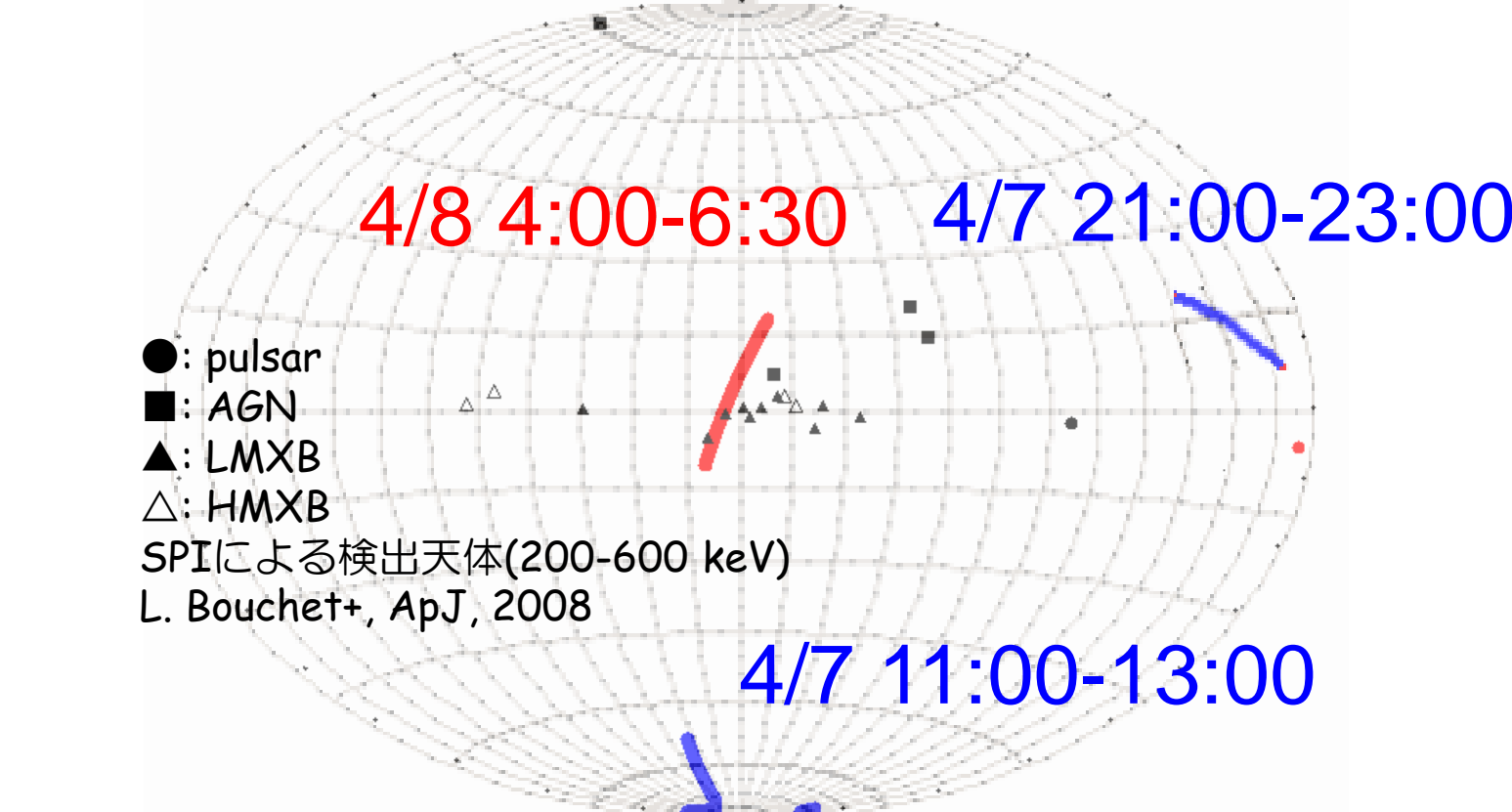
SMILE-2+の高高度観測(～39 km)では拡散ガンマ線成分のうち宇宙拡散ガンマ線成分優勢となる残留大気圧領域でのデータも得られた。今後のバックグラウンドシミュレーションと合わせて宇宙拡散ガンマ線フラックスを決定。



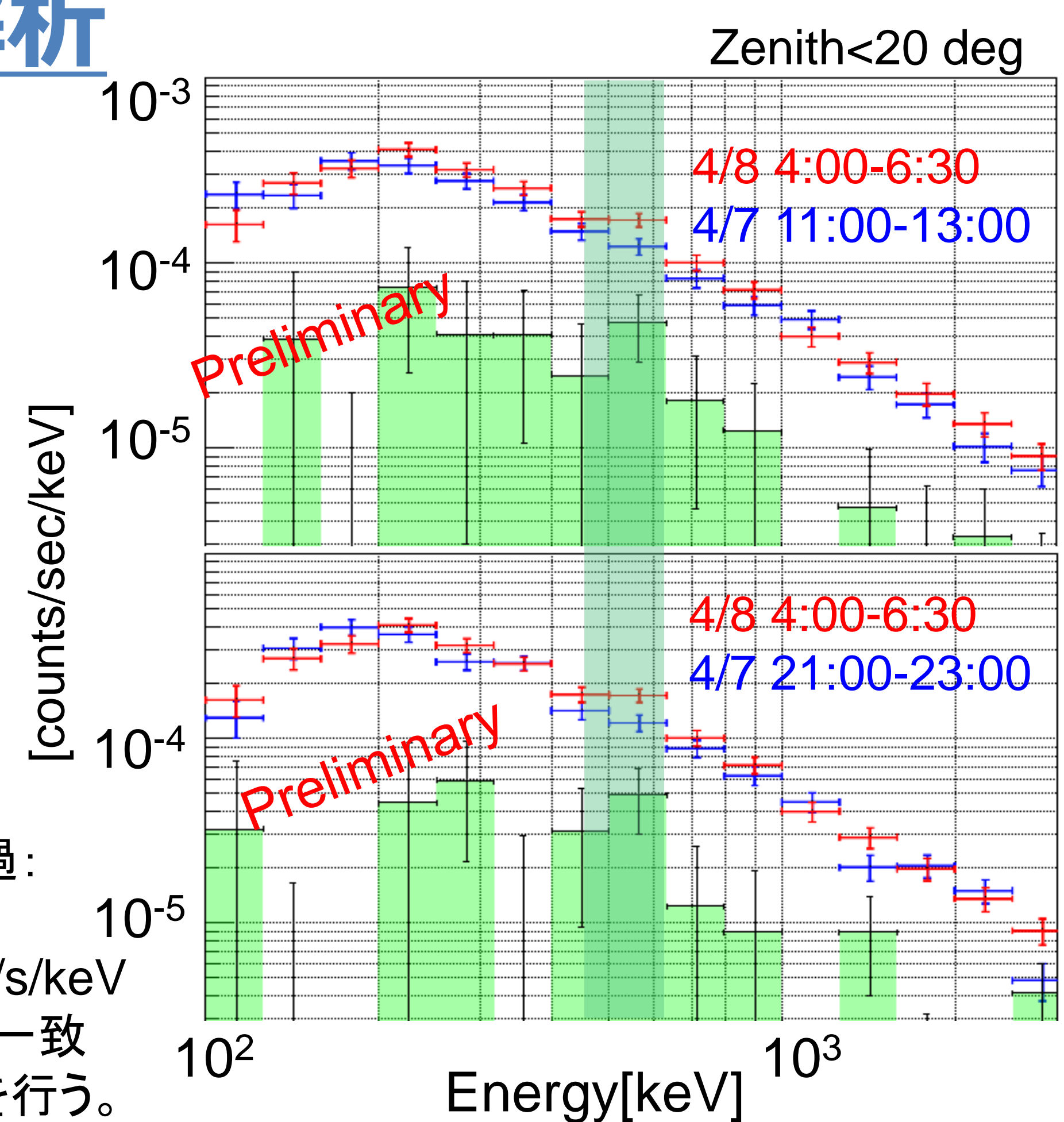
Lingモデル(J.C.Ling, JGR, 1975)によるフィットと矛盾

## 5. 銀河中心領域の解析

銀河中心領域が視野内に入っている時間帯と入っていない時間帯でスペクトルを比較。いずれの時間帯をOFFデータとして利用した場合に対しても511 keVの超過が確認できた。

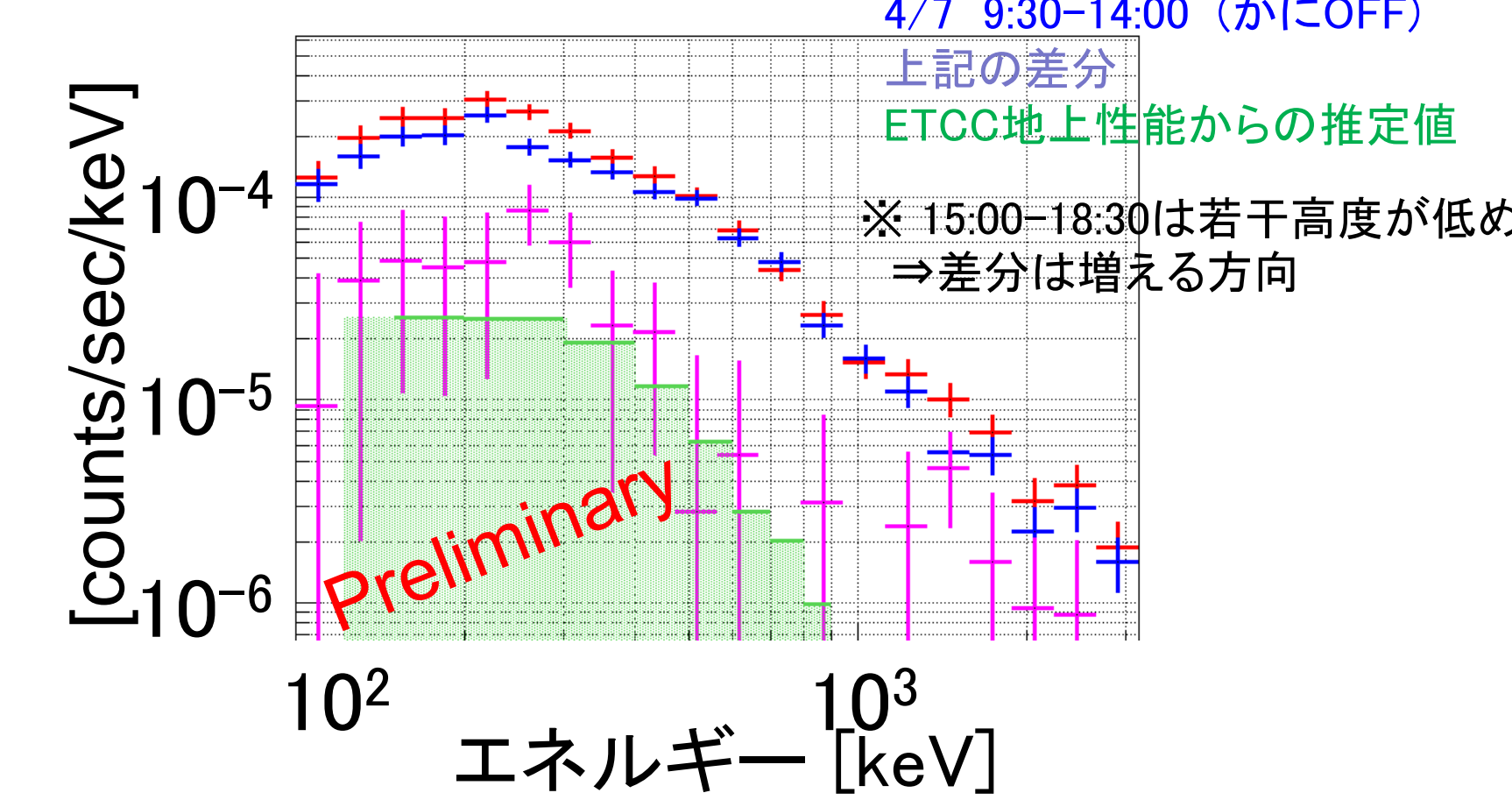
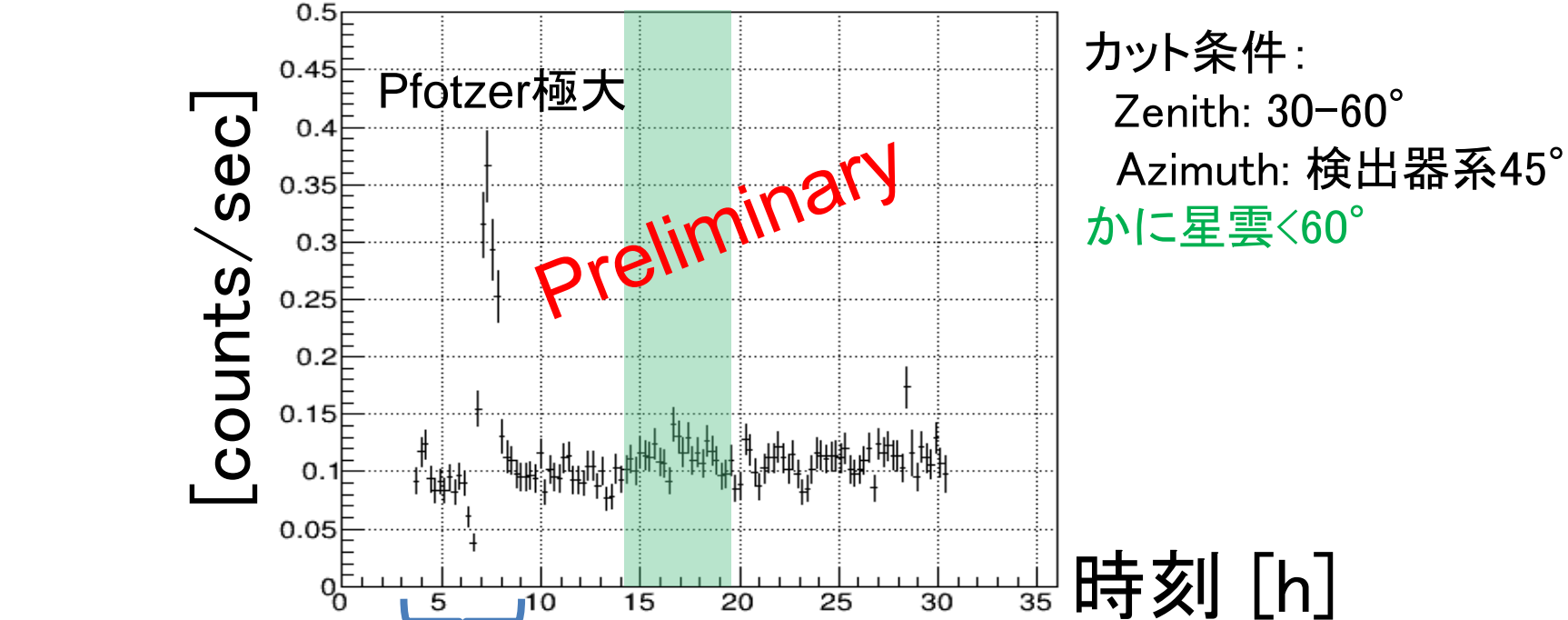


銀河中心領域における511 keVガンマ線の超過:  
 $(8.5 \times 10^{-5} \text{ photons/s/keV})$   
 文献値でのバルジ+Sgr A\*:  $1.3 \times 10^{-5} \text{ photons/s/keV}$   
 (G.Skinner et al., Integral 2014)とオーダーで一致  
 今後、雑音シミュレーションを行い正確な導出を行う。



## 6. かに星雲の解析

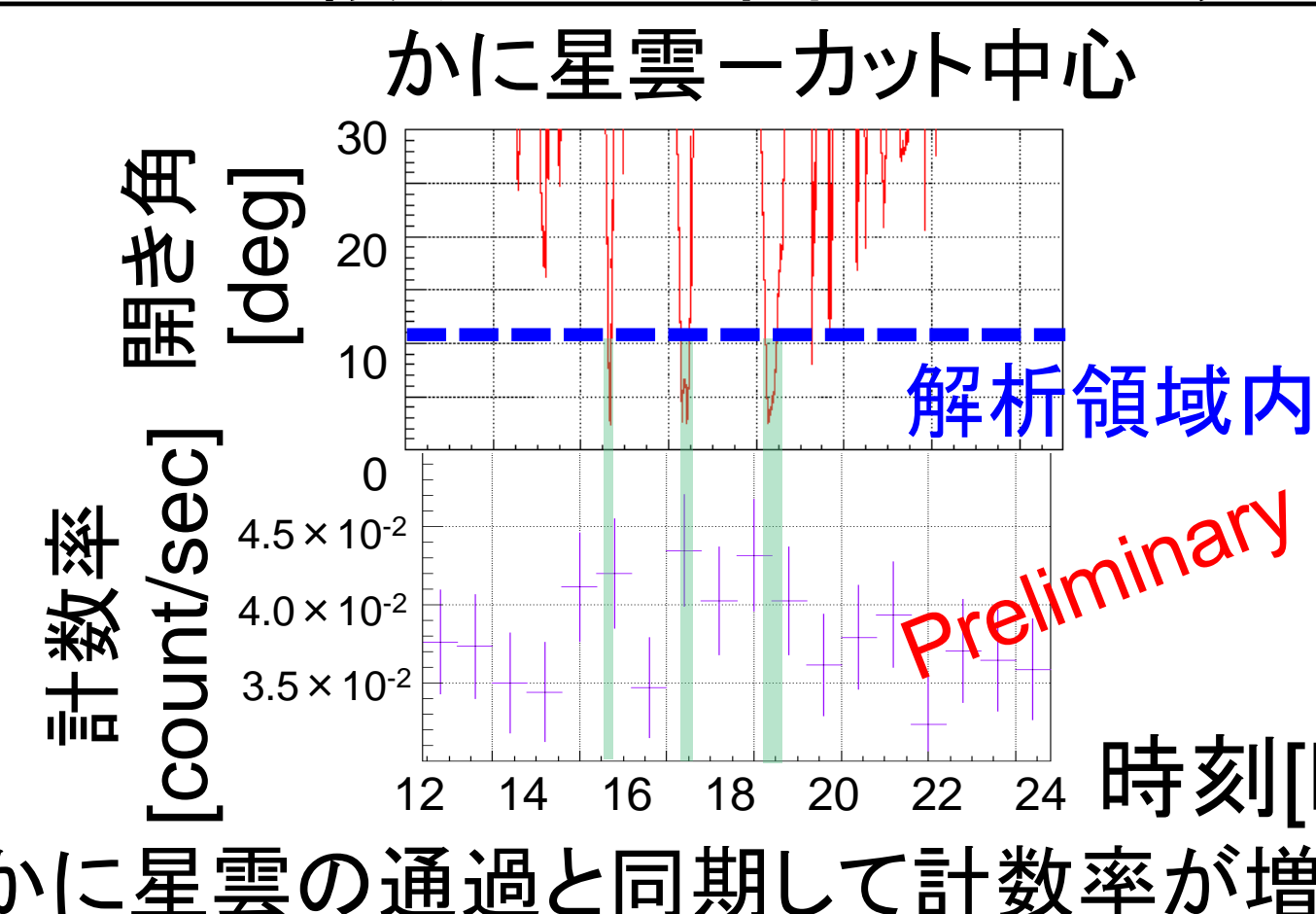
### 異時刻 同ETCC領域解析



検出器座標での固定領域におけるガンマ線計数率を時間ごとに比較した。地上試験からの推定値とオーダーレベルで合致しており、今後はフライトモデルでの有効面積のシミュレーションによる精査を行う。感度的には高エネルギー側が得であり、かに星雲解析は高エネルギー事象解析が完成した後が本番となる。

※本観測でかに星雲の強度が低いのはZenith～50 degであるため  
 ⇒有効面積～60%(Zenith 0 deg比),  
 大気減衰～50%(地表大気組成での概算値)

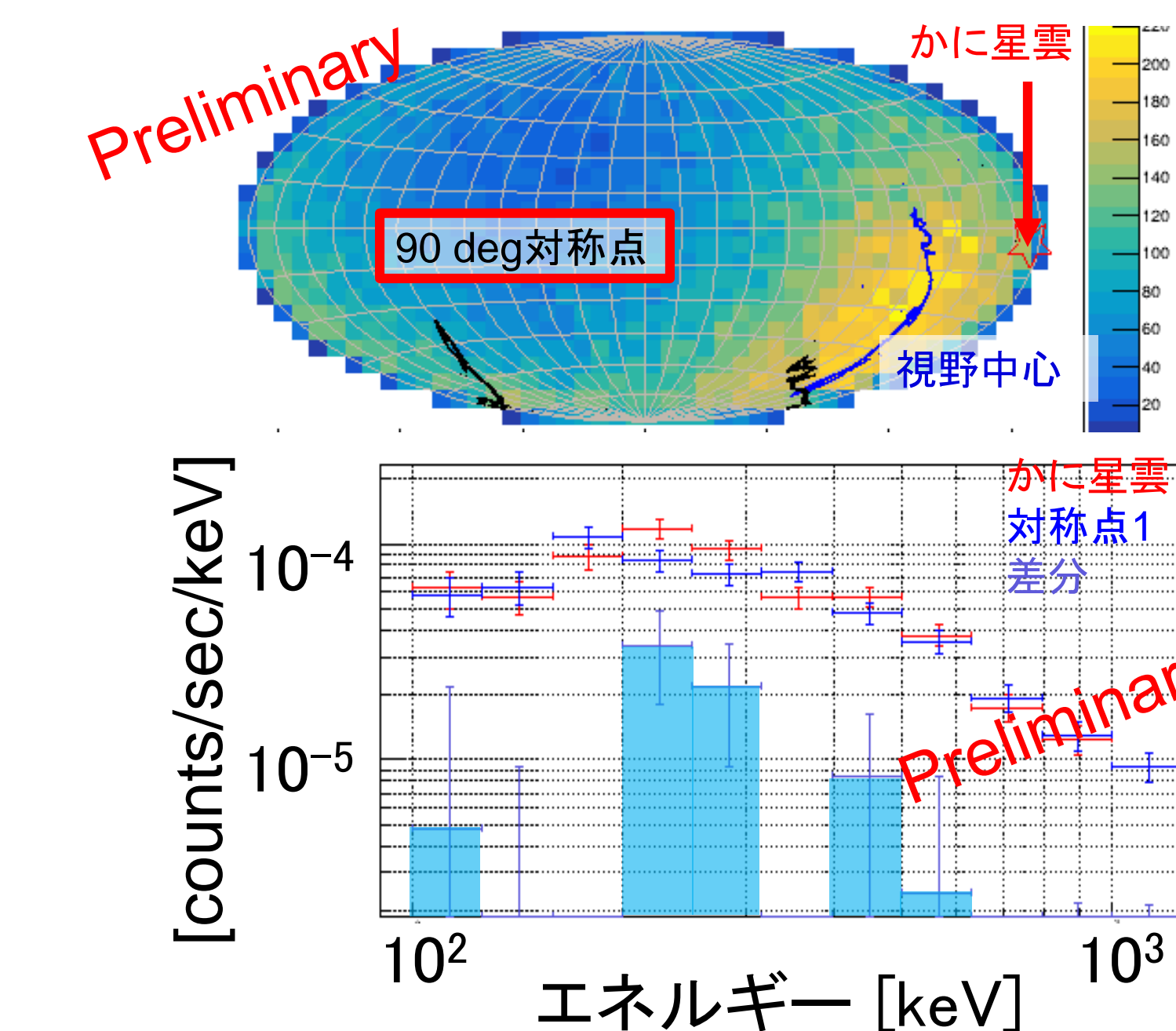
### よりきつい領域カット条件での計数率変化



### 同時刻 対称領域解析

観測条件の変化を考慮して追検証を行った。検出器は4回回転対称であり、かに星雲から90 degの領域が銀河面との交差もなくOFFデータとして最適である。解析には参照点から半径10 deg内の事象を使用した。

ガンマ線分布: 4/7 14:21-19:40(⇒ Crab<Zenith 60 deg)



解析1と同様に200-300 keVに超過を確認

## 7. まとめと今後

- ✓ ガンマ線量の残留大気圧依存性は文献値と無矛盾
- ✓ 銀河中心領域で511 keVの超過を確認
- ✓ かに星雲方向で200-300 keVの超過を確認

- シミュレーションによるリスポンスマトリックスの作成
- 高エネルギー事象の解析  
解析の高精度化・カット条件の最適化が課題
- Geant4による雑音シミュレーション

### セットアップ



### Back projection

