

SMILE-2+:2018年豪州MeVガンマ線 気球観測フライトモデルの性能評価

Contents

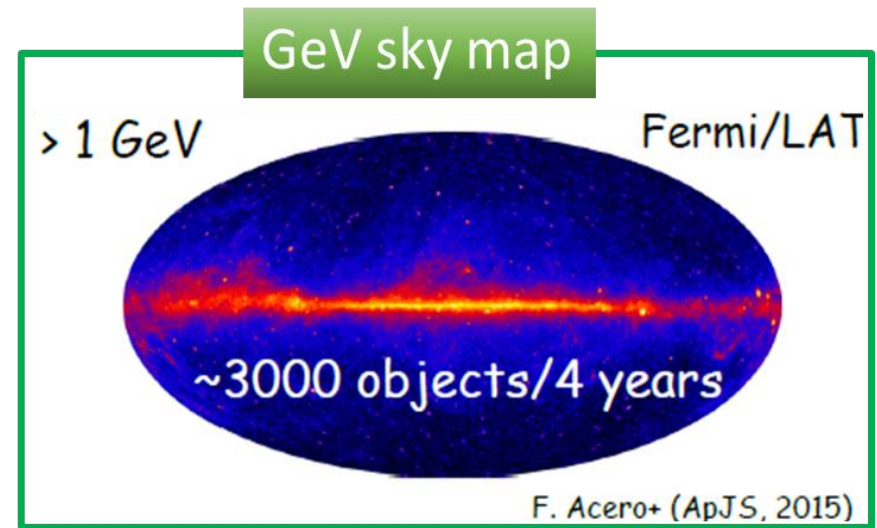
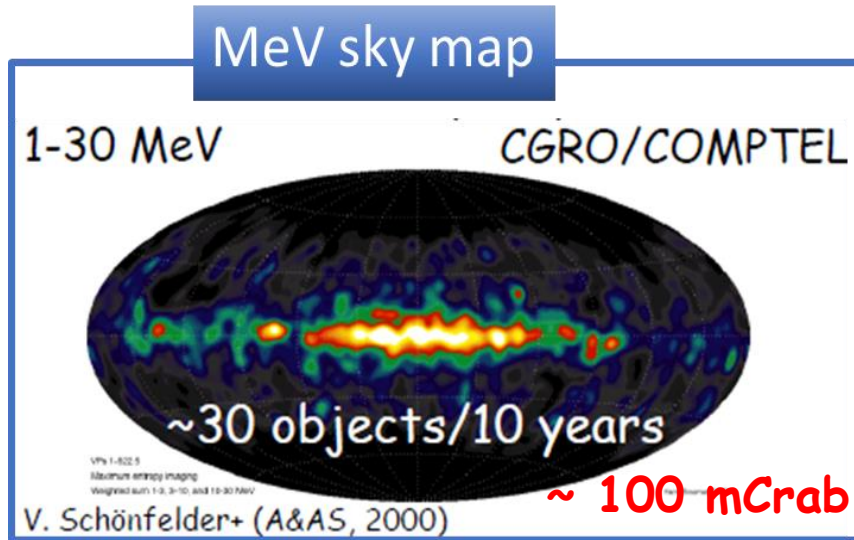
1. MeVガンマ線天文学の現状
2. SMILE実験
3. SMILE-2+概要
4. 搭載検出器の地上試験データ



京都大学 宇宙線研究室 中村優太

谷森達, 高田淳史, 水村好貴, 竹村泰斗, 吉川慶, 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^{A,B}, 身内賢太郎^C, 澤野達哉^D, 小財正義^E, 莊司泰弘^F
京都大学, 東北大学^A, 山形大学^B, 神戸大学^C, 金沢大学^D, ISAS/JAXA^E, 大阪大学^F

MeVガンマ線天文学の現状



数百keV-数十MeVのガンマ線帯域＝核ガンマ線のエネルギー帯域

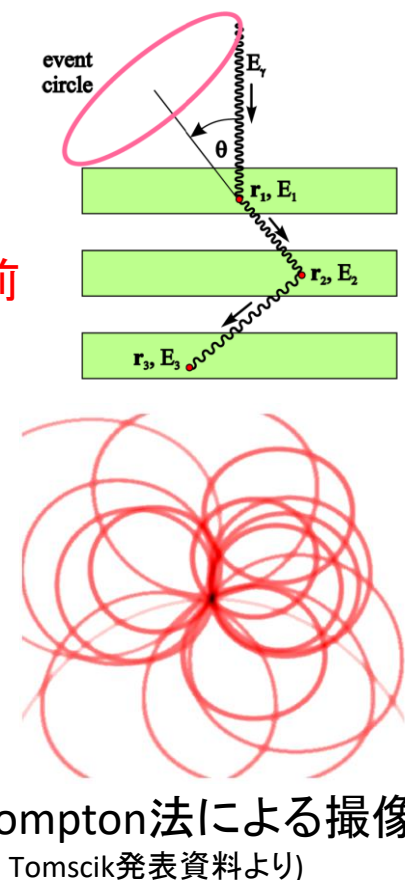
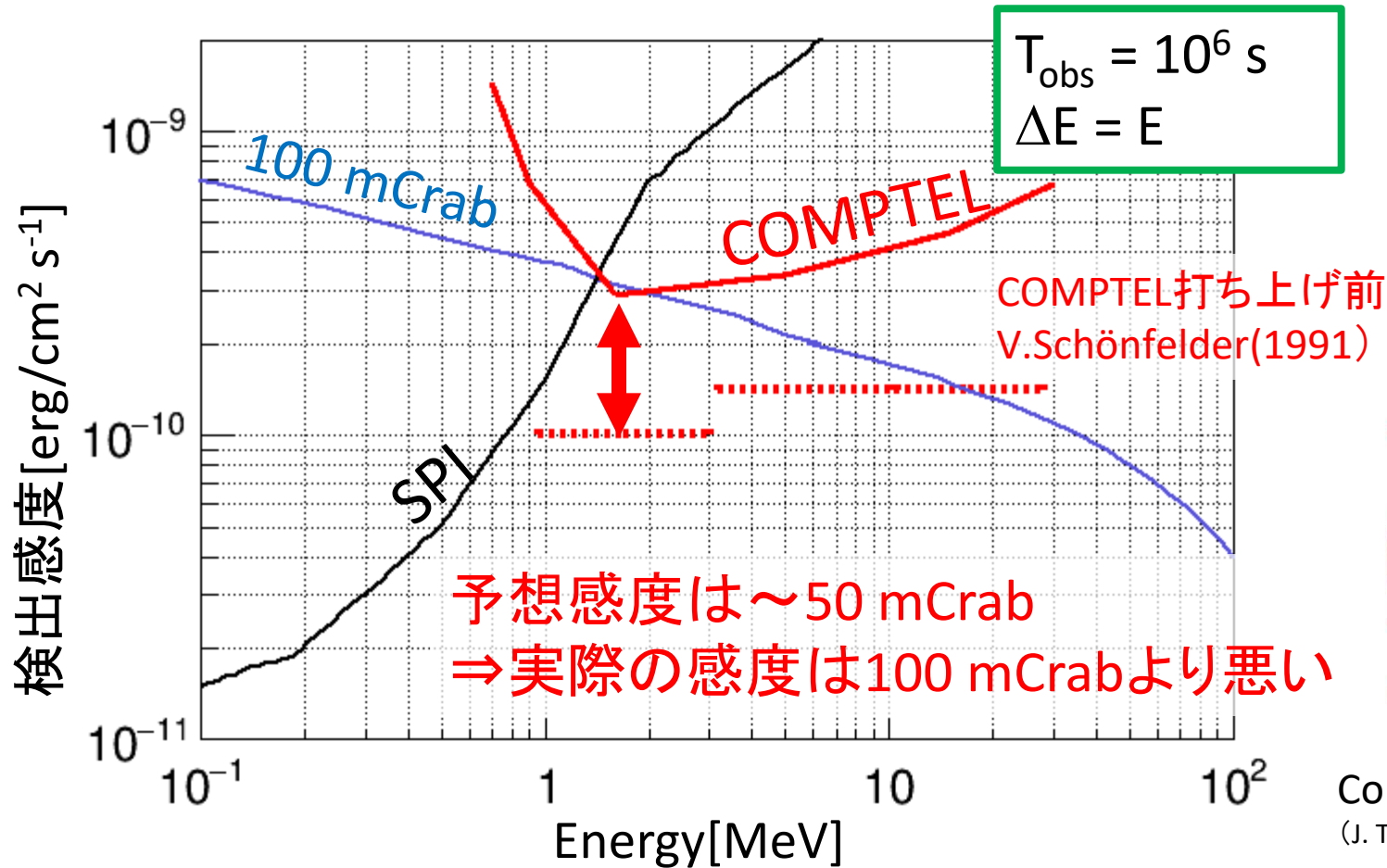
- ◆元素合成: e^\pm 消滅線、 ^{26}Al 、 ^{60}Fe 、SNR
- ◆粒子加速: AGNジェット: Leptonic or Hadronic
- ◆強重力場: ブラックホール降着円盤 π^0

その他にもパルサー・太陽フレア・GRB・Ia型超新星など

宇宙線と衛星筐体との相互作用による雑音事象・散乱優位性

⇒MeV天文の進展には高い雑音除去能力と一意な方向決定が重要。

MeV帯域における感度予想の問題



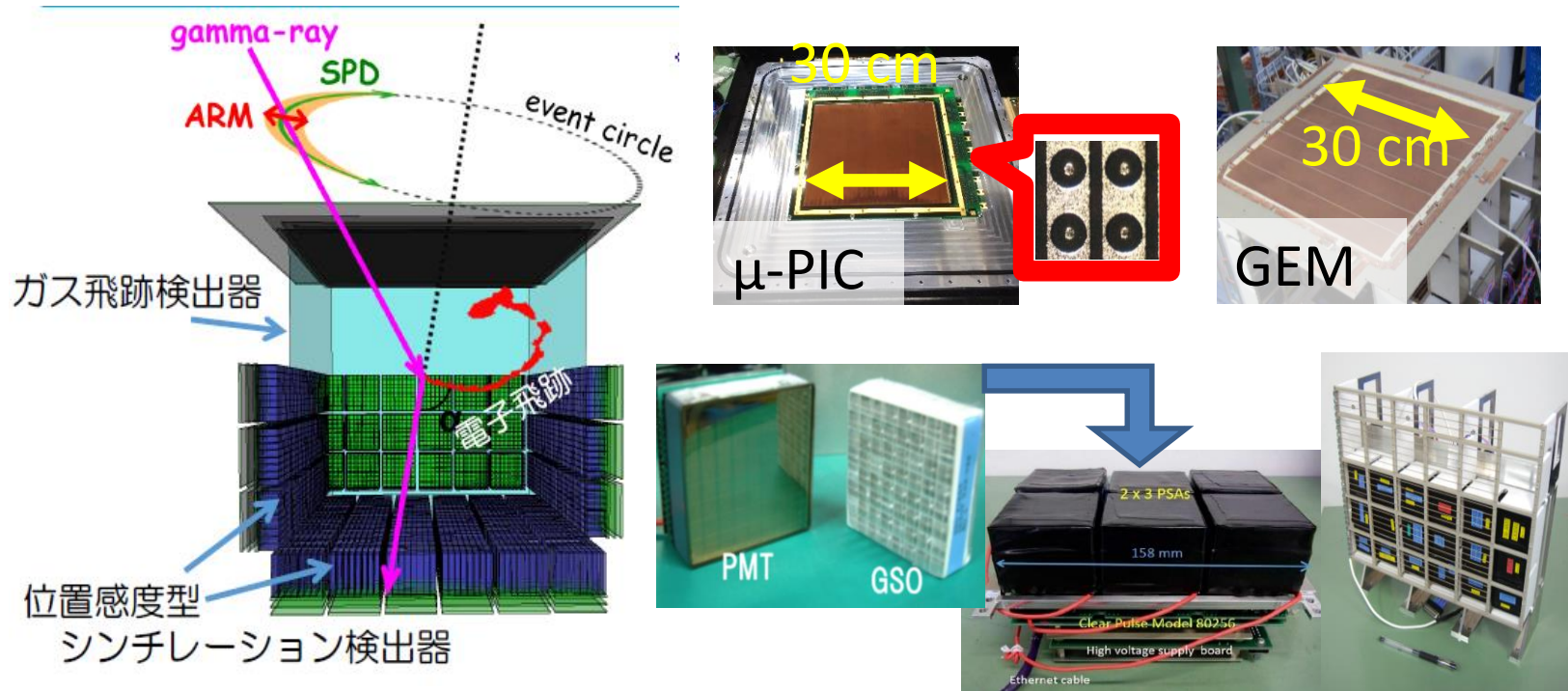
その後の気球実験: COSIやLXeGRIT, TIGREでも感度の不一致が続く
 Compton法による撮像は円環(事象再構成像)の重ね合わせ
 \Rightarrow 線源領域以外からの漏れ込みの影響が大きい

電子飛跡検出型コンプトンカメラ

電子飛跡検出型コンプトンカメラ(ETCC)

= ガス飛跡検出器(散乱体) + 位置敏感型シンチレーション検出器(吸収体)

⇒ 電子反跳角・光子散乱角を測定できるため、到来方向を一点に再構成可能



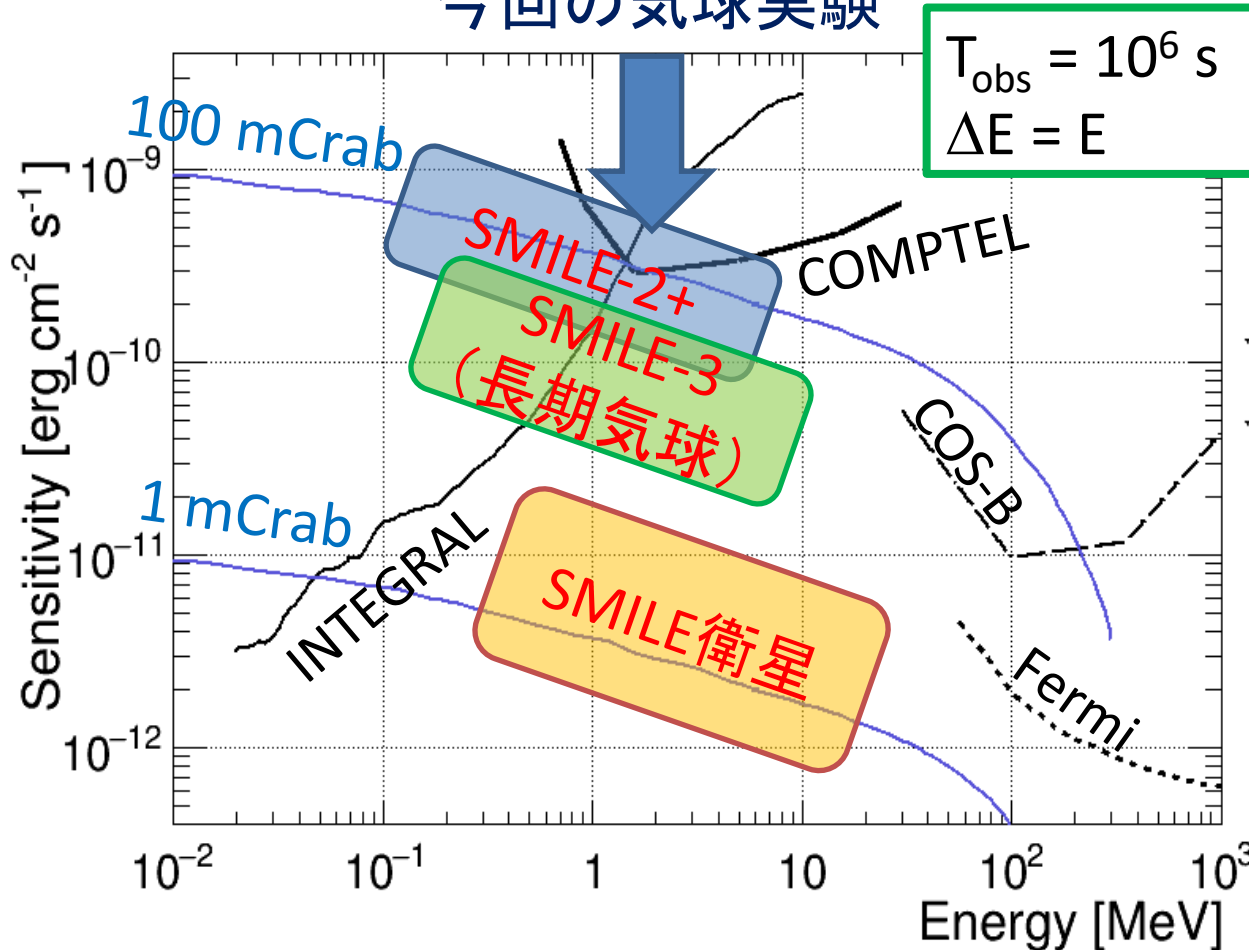
ETCC独自の雑音除去能力:

dE/dxテスト: 荷電粒子ごとの電離損失の違いによる粒子判別

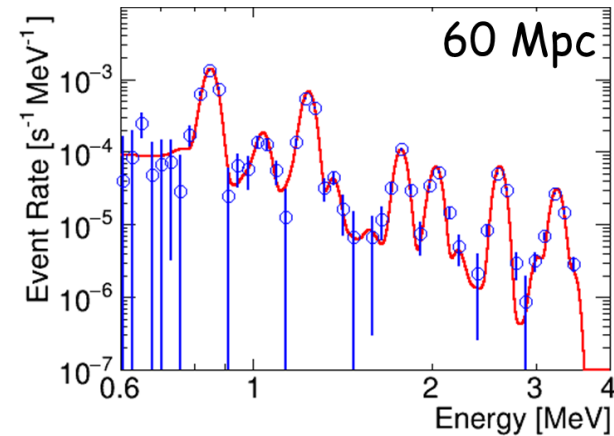
コンプトン運動学テスト: コンプトン散乱の運動学的制約による事象判別

SMILE実験

今回の気球実験



SMILE衛星で取得可能な
Ia型超新星のスペクトル



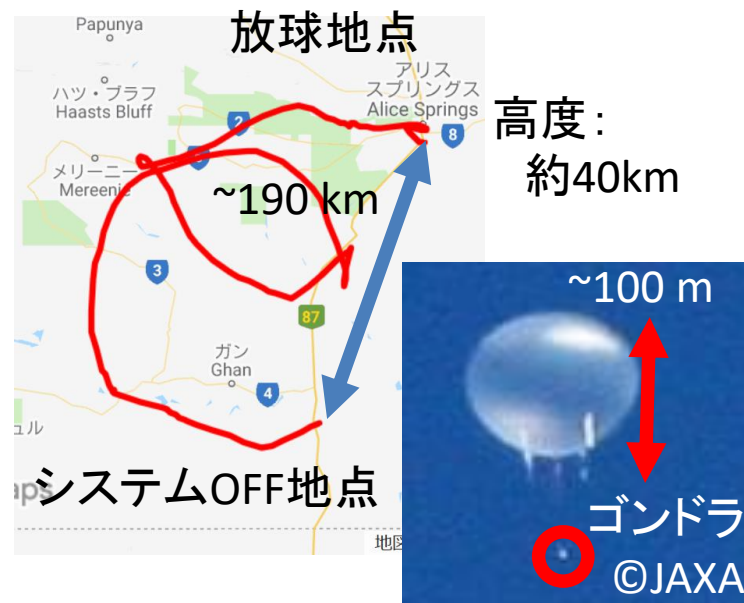
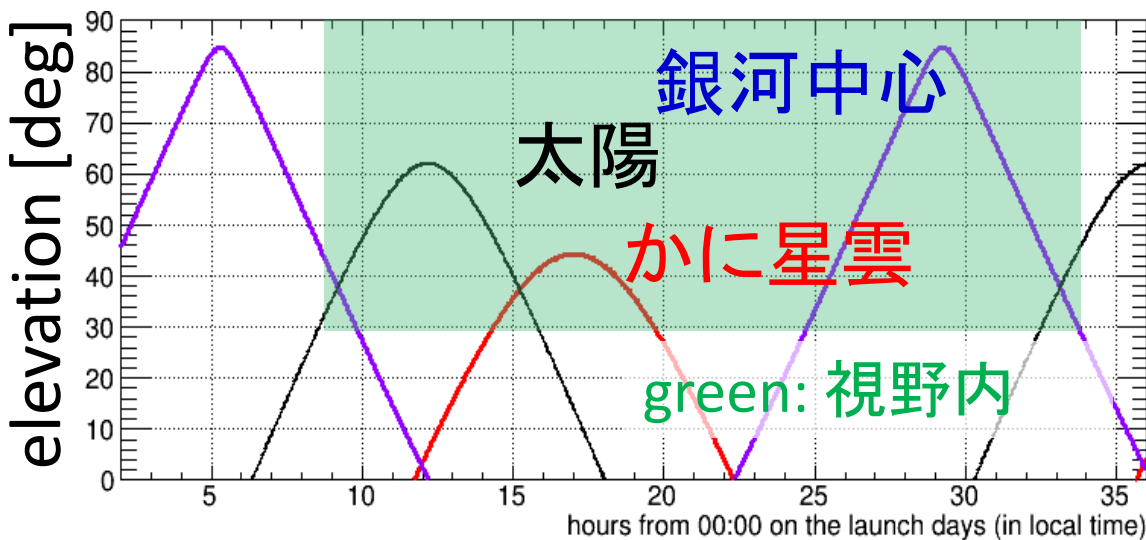
Mizumura et al.,
[arXiv:1805.07939](https://arxiv.org/abs/1805.07939)

長期気球で既存観測よりも数倍高い感度での観測が可能。

⇒²⁶Al・⁶⁰Fe・e[±]消滅分布などの取得

衛星観測でIa型超新星爆発機構の解明を目指す

SMILE-2+



SMILE-I(2006)にて気球高度での動作実証

⇒次は天体撮像性能の実証

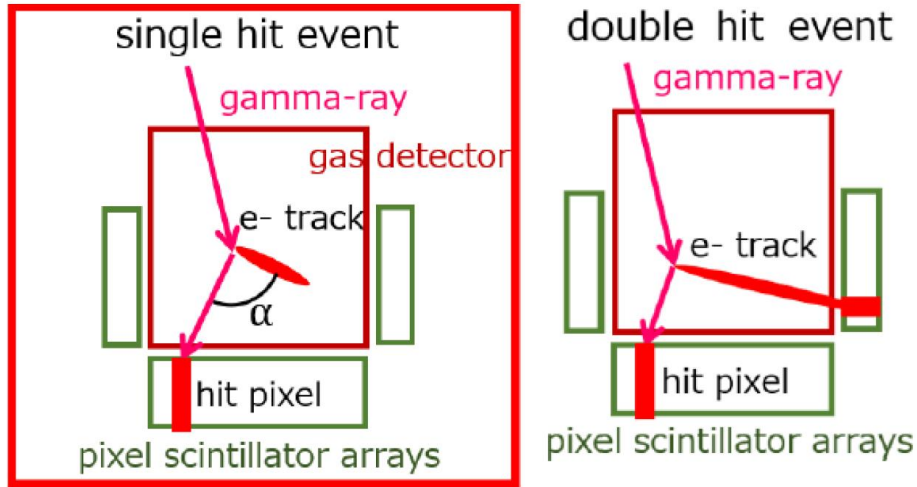
2018年4月に豪州にてSMILE-2+実験を実施

実験目的

- ・ 銀河中心領域及びかに星雲を観測⇒天体観測能力の実証
- ・ 大気ガンマ線を観測⇒雑音除去能力・有効面積の検証
- ・ MeVガンマ線背景放射のスペクトルの取得⇒背景放射の起源解明

※フライトデータ解析は吉川講演(V323a)

地上較正試験データ解析

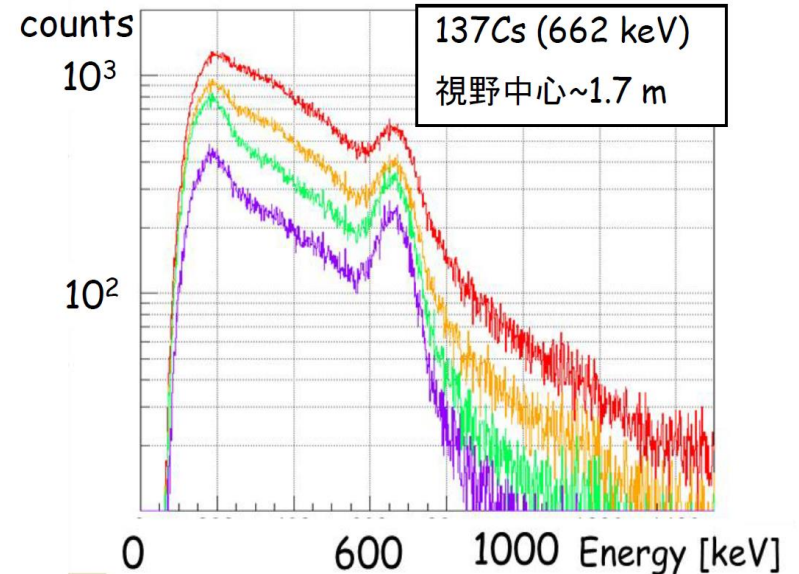
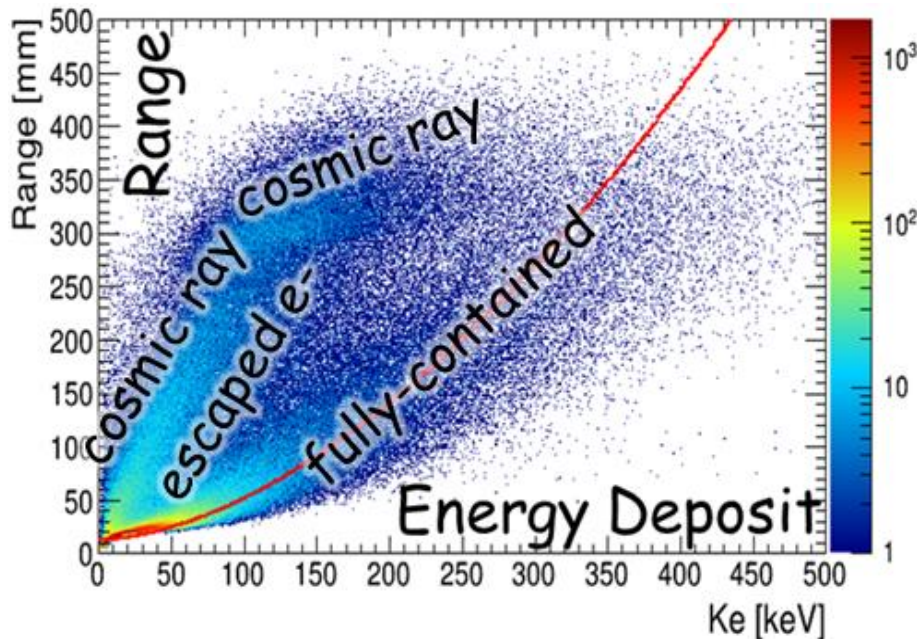


カット条件一覧

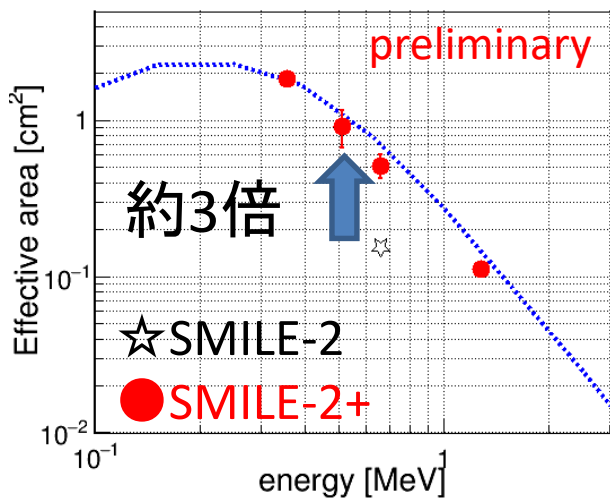
- [1] Single Hit Event
- [2] 散乱点が有効体積内
- [3] dE/dX において
fully-contained領域
- [4] α 角による

Compton散乱イベントの抽出

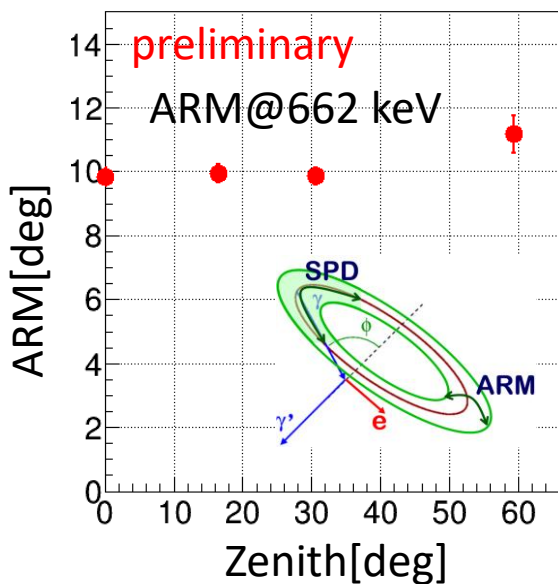
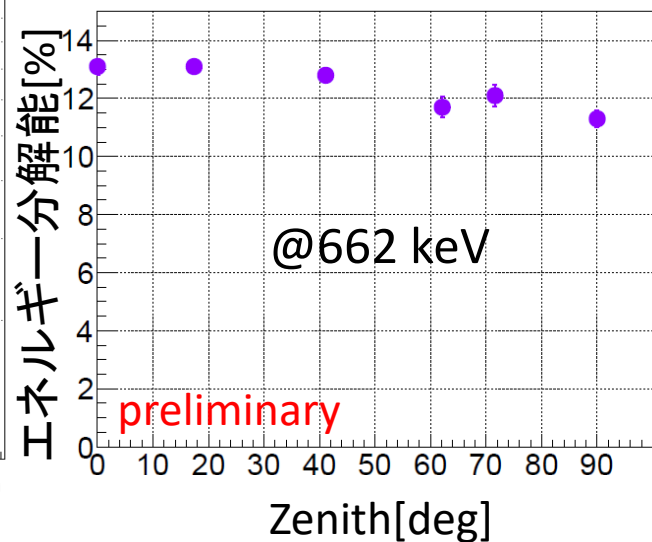
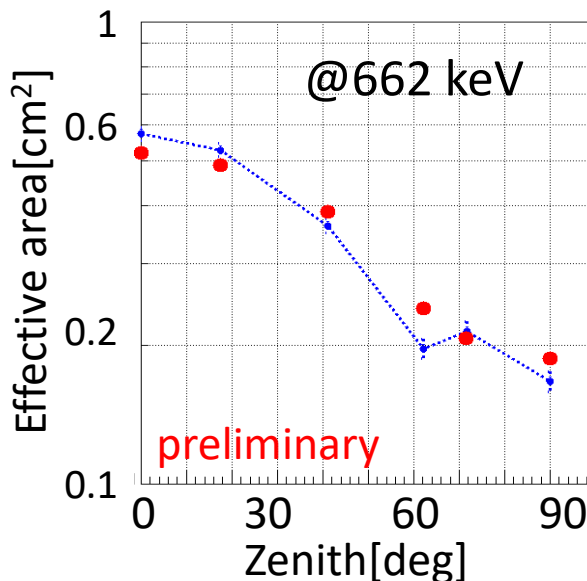
SMILE 2+ ETCC 地上試験エネルギースペクトル



低エネルギー事象解析での検出器性能



※SMILE-2:ガス圧・シンチ配置改良前



天頂方向(Zenith 0 deg)@662 keVにおいて
 ARM ~ 10 deg、SPD ~ 70 deg
 ⇒PSF(50% include半径) ~ 15 deg

雑音として大気・宇宙拡散ガンマ線、
 大気減衰の効果を考慮
 ⇒かに星雲 ~ 4.1 σ (200-1500 keV)
 (sig:260 ph, BG:1930 ph)

まとめ

- シミュレーションは地上試験で求めた有効面積と合致 (0.6 cm^2 @662 keV)
- PSF(50% include半径) $\sim 15 \text{ deg}$ @662 keV
- エネルギー分解能: 12% @662 keV
- 地上試験からの σ に星雲予想検出感度は 4.1σ

今後の課題:

- エネルギー分解能・角度分解能などを再現する検出器応答行列の作成
- 検出器バックグラウンドモデルの作成
- 高エネルギー事象解析の作成



Back projection

