

P2-107 気球搭載コンプトンカメラによるMeV領域ガンマ線観測実験SMILE

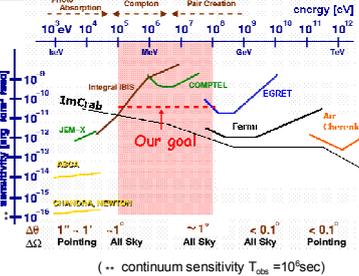


○黒澤俊介※、谷森達、窪秀利、身内賢太郎、株木重人、西村広展、服部香里、上野一樹、井田知宏、岩城智、高橋慶在 (京大理)、高田淳史 (ISAS/JAXA) * e-mail address: kurosawa@cr.sophys.kyoto-u.ac.jp

1. MeV ガンマ線天文学

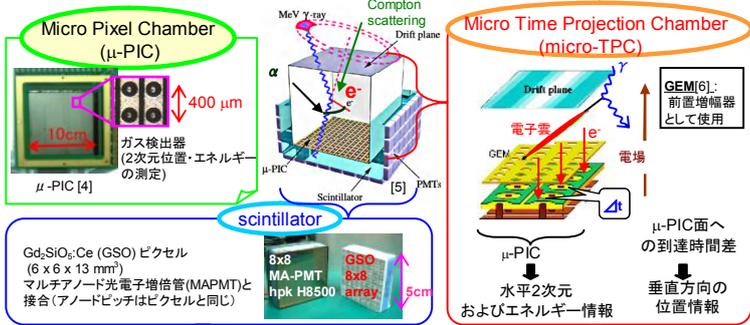
過去の観測

Compton Imagingを用いた検出器
数十個の天体を検出
IBIS, SPI (INTEGRAL) [2]
Coded Aperture Imagingを使用
MeV付近での感度は
COMPTELとあまり変わらない
MeV領域では宇宙線と検出器の
相互作用由来など
大きなバックグラウンドがあり[3]
上の検出器は
ガンマ線イベントごとに到来方向を
得られる方法ではなく
バックグラウンドに弱い



(→ continuum sensitivity $T_{obs} = 10^5 \text{sec}$)

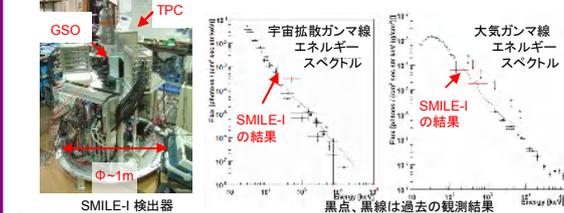
2. われわれの電子飛跡測定型ガスコンプトンカメラの概要



散乱ガンマ線の位置およびエネルギーの測定 反跳電子の3次元飛跡およびエネルギーの測定
イベントごとにコンプトン散乱を再構成、コリメータを用いていないので広視野(≒3str.)を実現

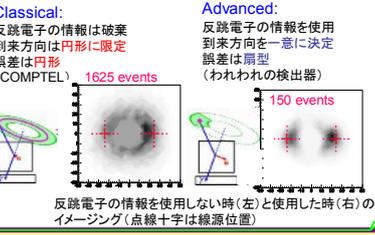
3. SMILE (Sub-MeV γ -ray Imaging Loaded-on-balloon Experiment)

SMILE-I
宇宙拡散および大気ガンマ線の測定(2006年、三陸から放球、高度約35 km): 成功
power: ~250 W (system)
balloon: 100,000 m³
TPC: 10 x 10 x 15 cm³ (gas: Xe+Ar+C₂H₆ 1 atm)
scintillator (GSO): 3 x 3 PMTs@bottom 4 x (3 x 2) PMTs@side
詳細はA. Takada et al, JPSJ, in press.

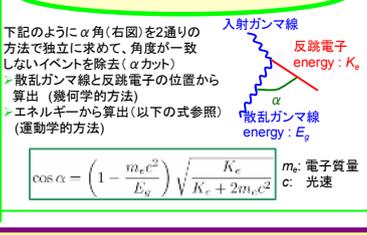


SMILE-II
Crab, Cyg X-1 といった明るい天体がターゲット → SMILE-I より検出器を大型化: 10cm角 → 30cm角
30 x 30 cm² μ-PIC
30 x 30 x 30 cm³ TPC
30 x 30 cm² (6 x 6 PMTs) GSOアレイカメラ

Classical vs. Advanced Compton imaging



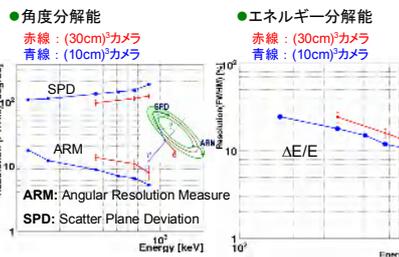
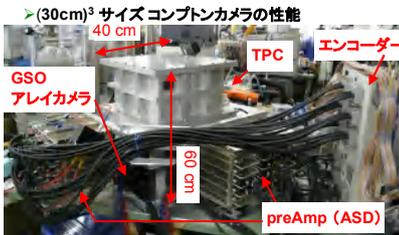
バックグラウンド除去: α cut



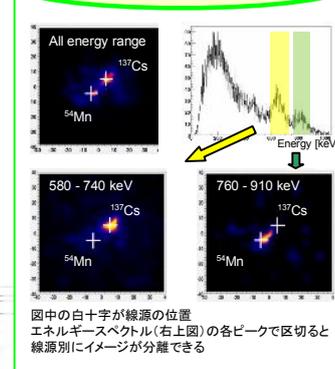
4. SMILE-II の開発状況 (1)

> (30cm)³ サイズ TPC の性能
gas : Ar 90% + C₂H₆ 10% (1 atm)
drift velocity : 4 cm/μsec
gain : ~30000
energy resolution : 46% (@32 keV, FWHM)
position resolution : 400 μm

> Scintillator: 6 x 6 PMTs GSOアレイカメラの性能
number of pixels : 2304
pixel size : 6 x 6 x 13 mm³
energy resolution : 10.9% (@662 keV, FWHM)
position resolution : 6 mm



2線源(¹³⁷Cs, ⁵⁴Mn)同時測定



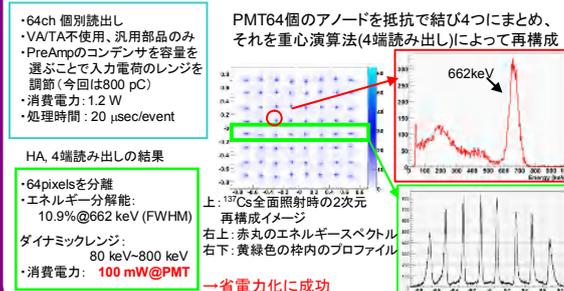
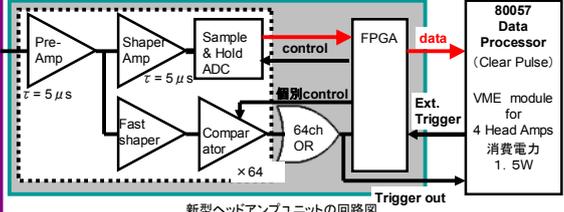
図中の白十字が線源の位置
エネルギースペクトル(右上図)の各ピークで区切ると
線源別にイメージが分離できる

(30cm)カメラ SPD: 109 deg. ARM: 10.8 deg. ΔE/E: 16.0% (FWHM) @662keV	(10cm)カメラ SPD: 130 deg. ARM: 6.6 deg. ΔE/E: 12.0% (FWHM) @662keV
---	--

5. SMILE-II の開発状況 (2)

> シンチレータの配置
現状: TPC底面のみに配置
SMILE-II実験: TPCの大型化・
底面と側面にも配置
→108 or 192MAPMTs (6912 or 12288 pixels)(予定)
目標: 400 mW以下 @1PMT

> PMT読み出しの省電力化
VAITA(IDEAS ASA)を用いた
ヘッドアンプ(HA)の場合
・入力ダイナミックレンジが狭い
・CMOSを用いているためベースノイズ
が大きい
新型HAユニットをクリアパルスと共同で開発
新型ヘッドアンプユニットの写真
158mm



6. SMILE-II の開発状況 (3)

> ガスTPC読み出しの省電力化
検出器の大型化にもないガスTPCの読み出し回路(ASD)の
省電力化も必要
現状の消費電力: ATLAS TGC ASD (Bipolarプロセス): 59 mW @1ch
FE2007(0.5 μm CMOS ASIC, KEK測定器開発室と共同で開発)
電力消費: 30 mW @1ch → 省電力化に成功
現在さらなる省電力化をねらって回路を開発中



7. 今後の課題

- > Gas study
高効率かつ低電子拡散をねらった、高圧化(2気圧程度)
およびガス(CF₄)などの選定
- > Double GEM
CF₄などのガスゲインが低いガス導入の対策としてGEMを
2層にしてMeVカメラとしての性能評価
- > 電子トラッキングロジックの改良
コンプトン点の位置精度向上→角度分解能の向上
- > SMILE-II の実行
2011年に放球をめざす

> References
[1] V. Schönfelder et al., A&AS 143, 45, (2000).
[2] C. Winkler et al. A & A 411, 1-6, (2003).
[3] G. Weidenspointner et al., A&A 368, 347, (2001).
[4] A. Ochi et al., NIM A 471, 264, (2001).
[5] T. Tanimori et al., New Astro. Rev 48, 263, (2004).
[6] F. Sauli, NIM A 386, 531, (1997).