

MeVガンマ線全天探査に向けた 第二次気球実験**SMILE-II**計画

水村 好貴

谷森達, 窪秀利, 高田淳史, Parker Joseph, 水本哲矢,
園田真也, 友野大, 澤野達哉, 中村輝石, 松岡佳大, 古村翔太郎,
中村祥吾, 小田真, 岩城智(京大), 身内賢太郎(神戸大),
株木重人(東海大), 黒澤俊介(東北大), 岸本祐二(KEK)



はじめに、講演の内容

■ W122a (水村) 夢を語れ

- MeVガンマ線天文学の現状
- COMPTELのおさらい
- 検出器の原理
- SMILE計画

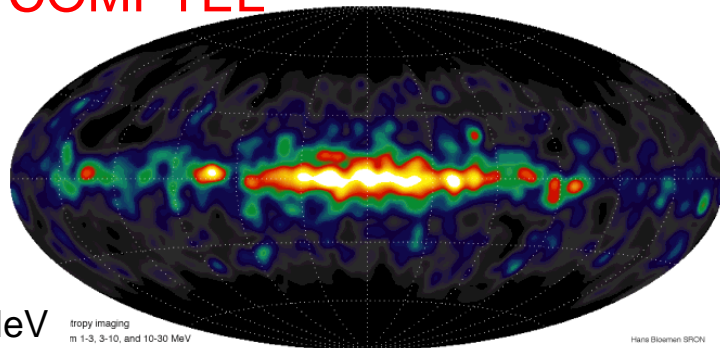
■ W123a (水本) 現実を見よ

- ガンマ線検出のデモンストレーション
- SMILE-II 検出器の性能評価
- 今後の改良項目

MeVガンマ線天文学の現状

MeVの宇宙

CGRO/COMPTTEL



1~30 MeV
 trophy imaging
 m 1-3, 3-10, and 10-30 MeV

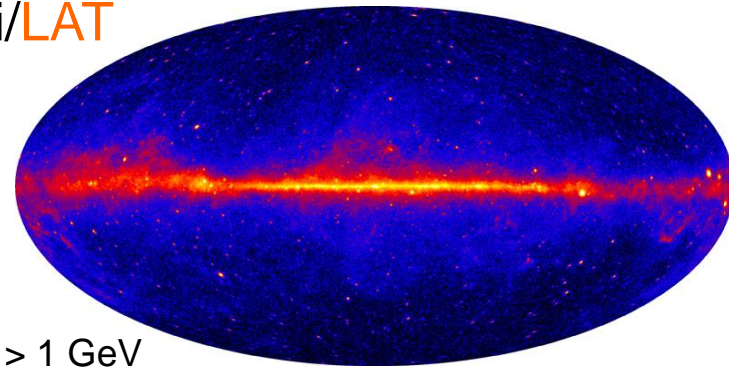
Hans Bloeman SPIN

V. Schönfelder+ (A&AS, 2000)

30個程度 の定常ガンマ線源を発見

GeVの宇宙

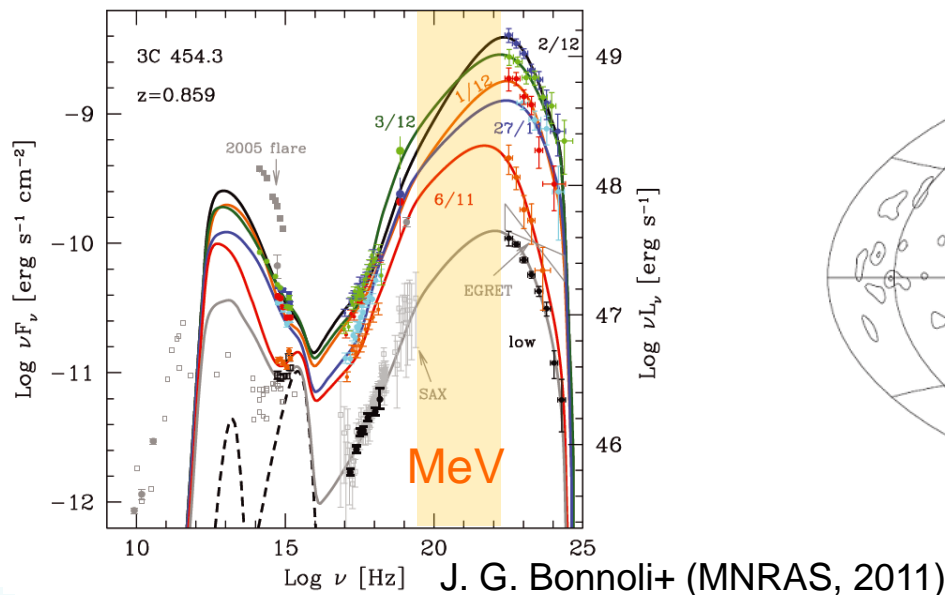
Fermi/LAT



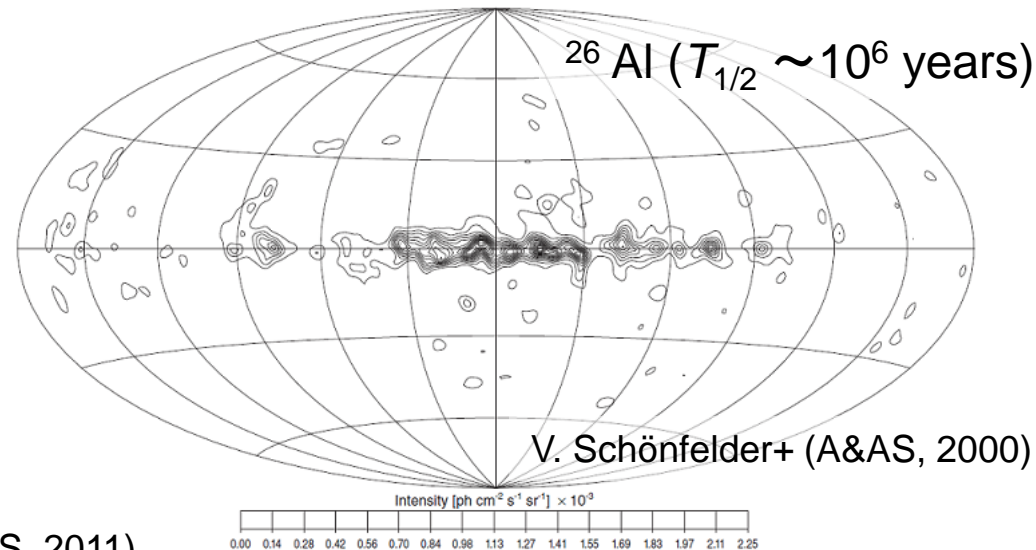
> 1 GeV

P. L. Nolan+ (ApJS, 2012)

約2000個のガンマ線源を発見!!



CGRO / COMPTTEL 1.8 MeV Obs.0.1-522.5

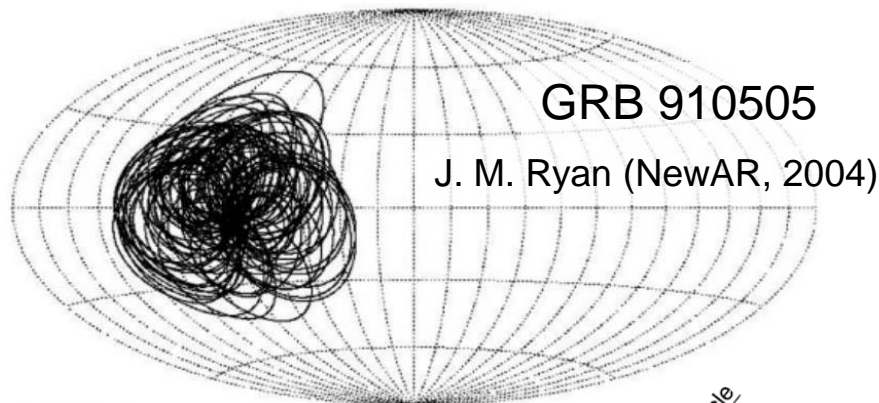


COMPTELのガンマ線検出原理

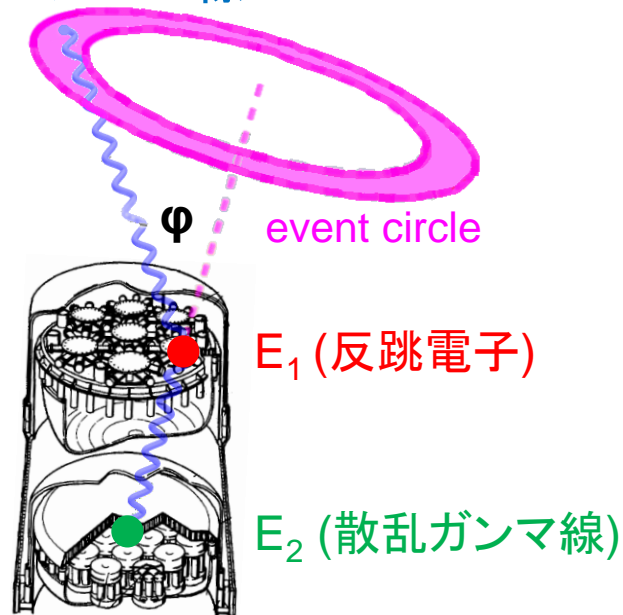
コンプトン散乱を利用した検出器

◆ 反跳電子・散乱ガンマ線のエネルギー

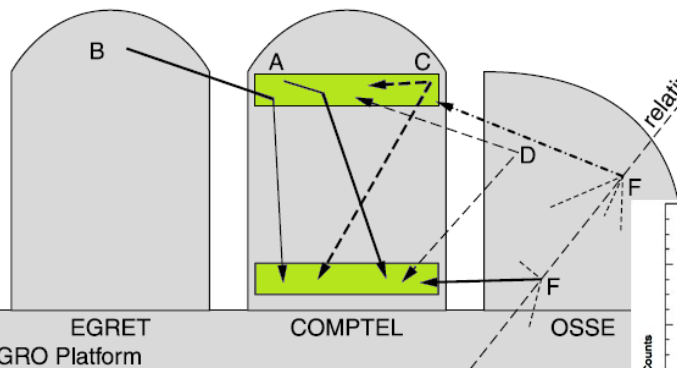
➡ 入射ガンマ線のエネルギーと散乱角 ϕ



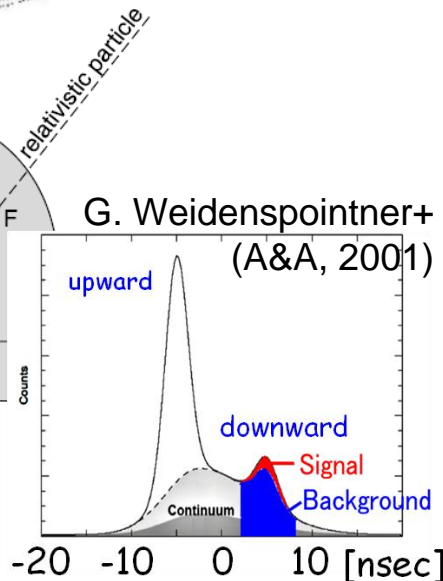
MeVガンマ線



V. Schönfelder+ (ApJS, 1993)



R. van Dijk (Ph.D thesis, 1996)



観測技術の大きな課題

- ◆ イメージングの難しさ
- ◆ 大量のバックグラウンド

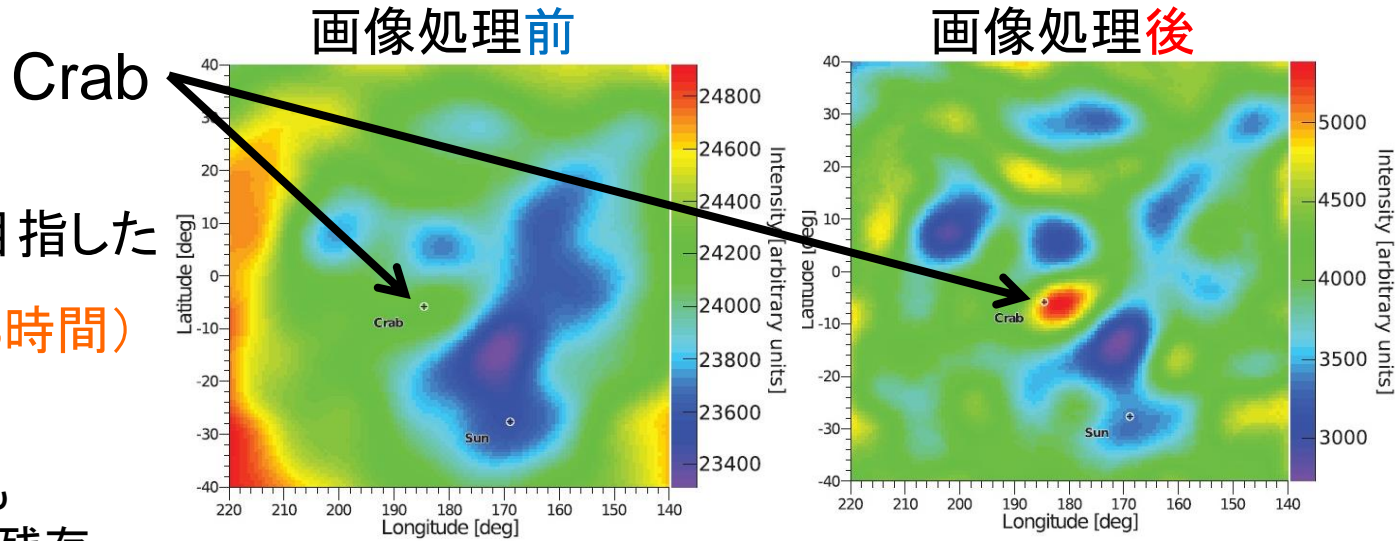
近年のMeVガンマ線気球実験

NCT

Ge 検出器で最高のエネルギー分解能を目指した

4 σ で Crab 検出！ (8時間)
 (MLEM法適用)

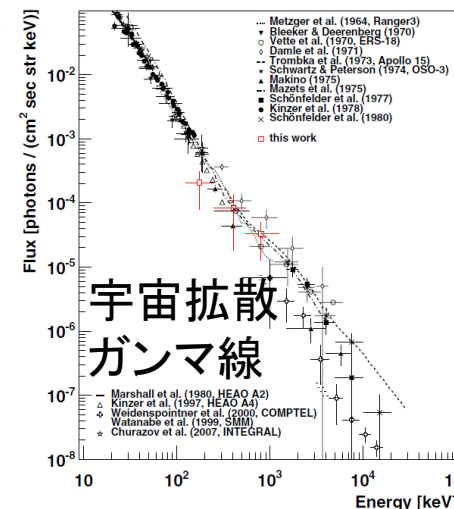
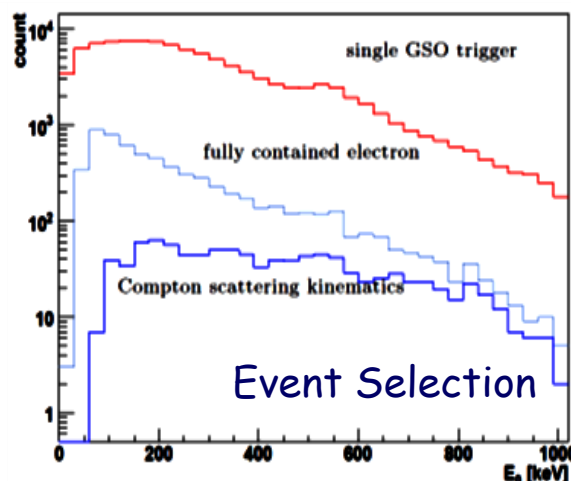
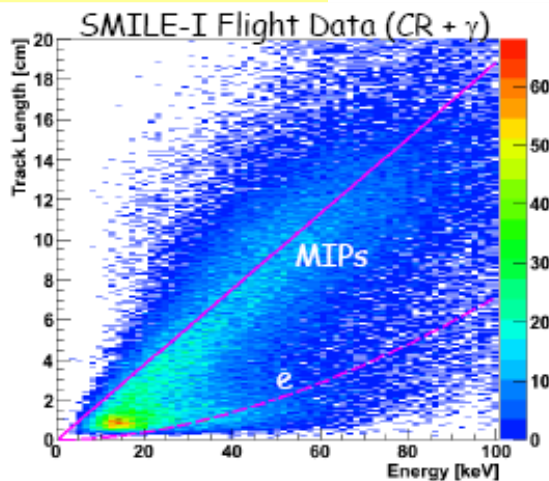
Veto (BGO) を使っても
 大量のバックグラウンドが残存



M. S. Bandstra+ (ApJ, 2011)

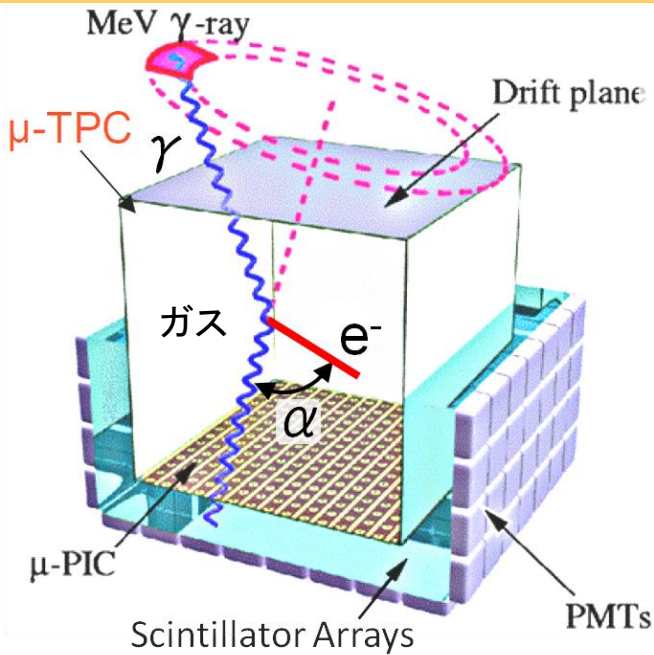
SMILE-I

ガスを用いた検出器 (ETCC) でバックグラウンド除去能力を証明！



A. Takada+ (ApJ, 2011)

Electron Tracking Compton Camera (ETCC)



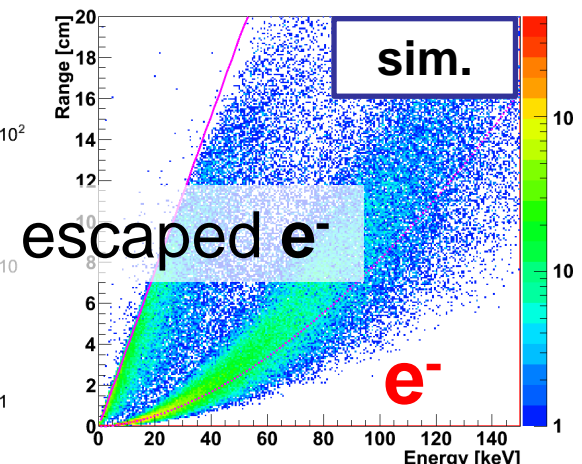
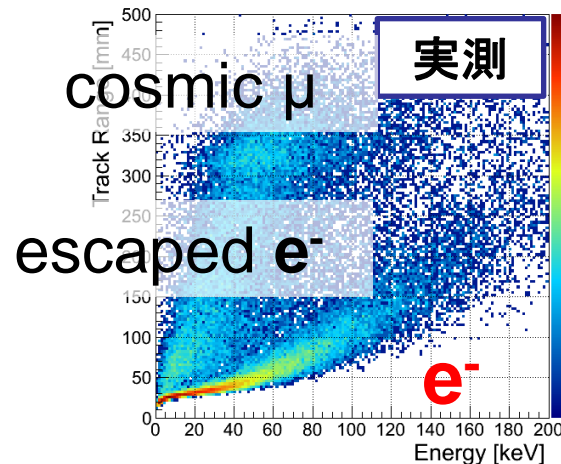
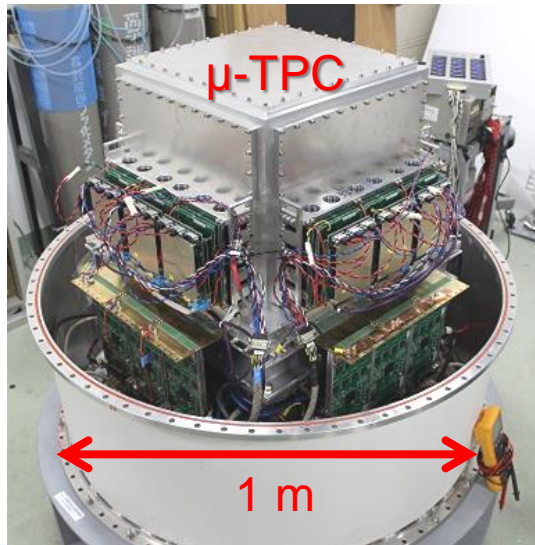
前段ガス検出器で反跳電子飛跡も測定！

新たな3つの物理量

- 電子の反跳方向 (2パラメータ)
- 前段検出器内でのエネルギー損失率

事象毎に Compton散乱 を完全再現

- ◆ ガンマ線到来方向を扇形に制限
- ◆ 強力な background 除去 (ガスETCC固有)



Sub-**M**eV gamma-ray **I**maging **L**oaded-on-balloon **E**xperiment (SMILE)

■ SMILE-I (2006年に気球実験実施)

- 大気ガンマ線 & 宇宙拡散ガンマ線の測定に成功
-

■ SMILE-II (有効面積 $\sim 2 \text{ cm}^2$)

- 1日程度の短時間気球(米国での放球申請中)
- 天体イメージング性能の実証(Crabを 5σ 以上で検出)

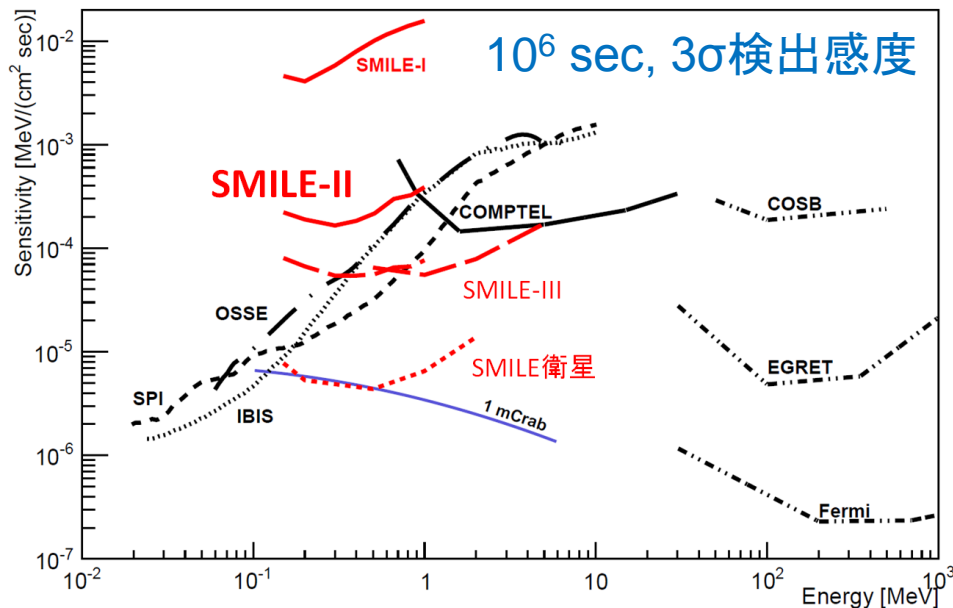
■ SMILE-III (有効面積 $> 10 \text{ cm}^2$ 、COMPTTEL以上の感度)

- 極域周回気球(2週間～1ヵ月)
- MeVガンマ線背景放射の異方性検証
- 銀河面の511 keV(電子対消滅線)のマッピング

■ SMILE衛星 (有効面積 $\sim 100 \text{ cm}^2$ 、感度 1 mCrab に到達)

- MeVガンマ線での全天探査

気球実験 (SMILE-II & III) の目標・物理



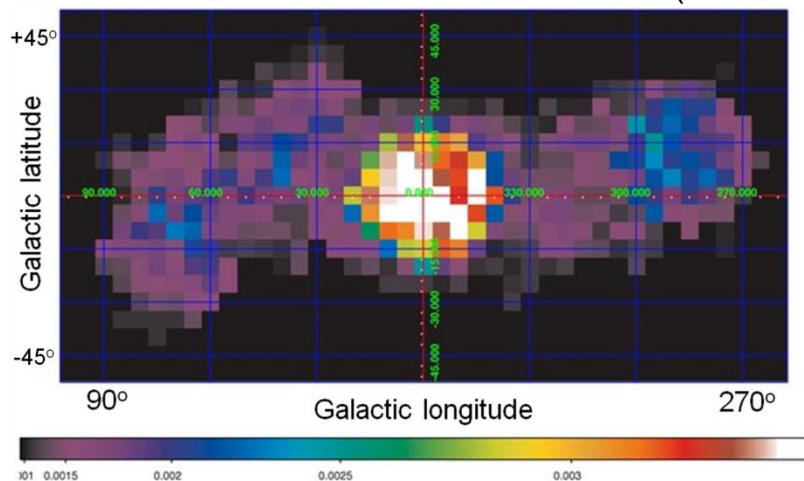
■ SMILE-II

- 天体イメージングの実証
- ◆ Crab を 5 σ 検出

■ SMILE-III

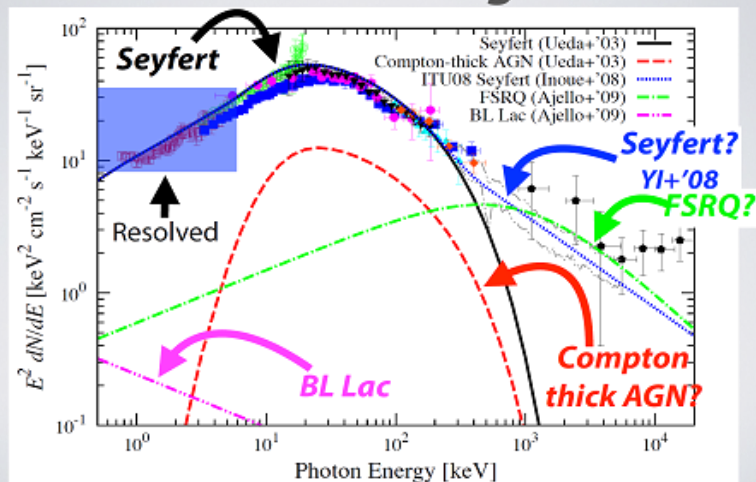
- 長時間気球による物理
- 低BG、高品位イメージング、広い視野 (~ 3 str)

INTEGRAL/SPI 銀河中心方向 (511 keV)



L. Bouchet+ (ApJ, 2010)

CXB & MeV Background



Y. Inoue氏のスライドより

■スケジュール

2013年1月	SMILE-II 検出器の組み上げ完了
2013年2月	熱真空環境試験 (@JAXA/ISAS)
2013年3月～	基本性能評価 ⇒ 結果は水本講演にて
2013年7月～	装置の改良
2013年10月	宇宙および 気球高度 (35～40 km) 相当の ガンマ線バックグラウンド環境試験 (@大阪大学RCNP)
2014年初春	熱真空環境試験 2回目

➤ 現在、気球実験を申請中

SMILEは MeVガンマ線の観測技術課題を克服する！

■ SMILE-II

- 天体イメージング能力の実証
(数時間で Crab を 5σ 以上で検出見込み)

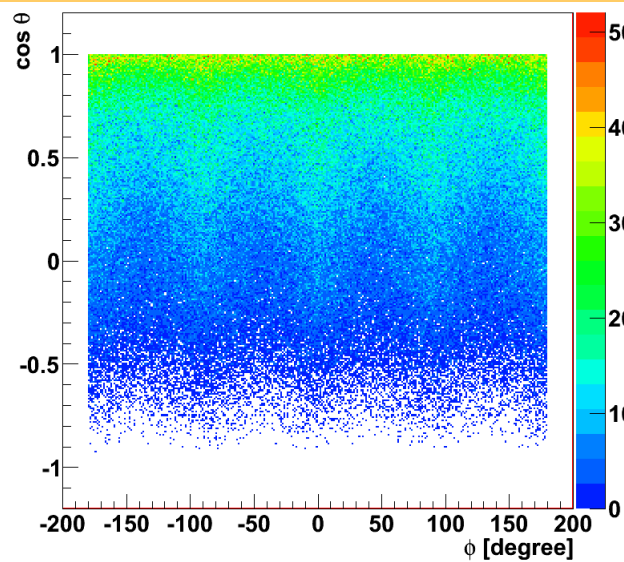
気球実験を申請中！

■ SMILE-III

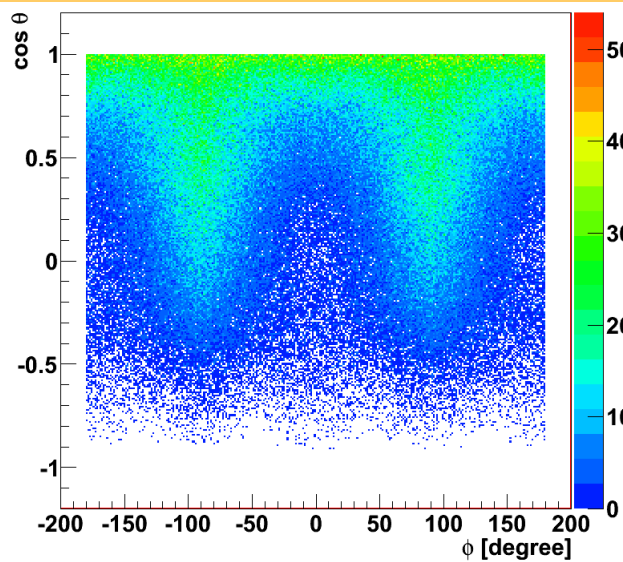
- COMPTEL 以上の感度での長時間極周回気球
 - ◆ 低バックグラウンド、高品位イメージ、広い視野 (~3 str)
- MeV背景放射の起源や銀河面内の新天体発見など
- CrabからMeVガンマ線偏光の検出も期待できる
 - ◆ シミュレーションで モデレーションファクター 0.5以上

偏光検出: ガンマ線の散乱方向

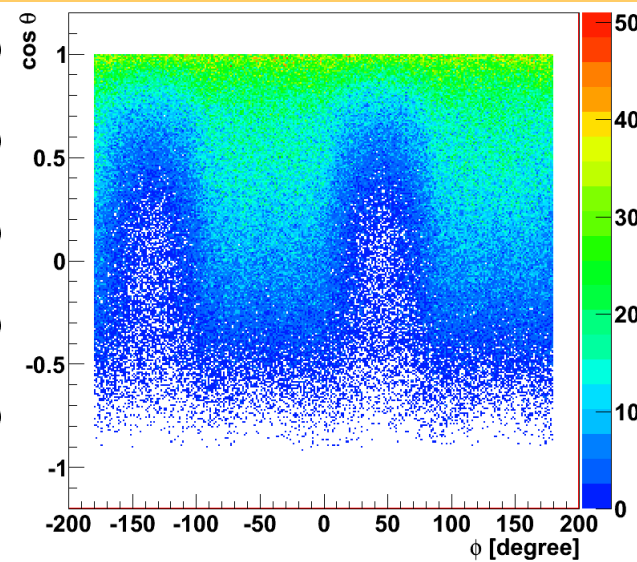
天文学会
(@東北大学)
2013/09/11 (水)



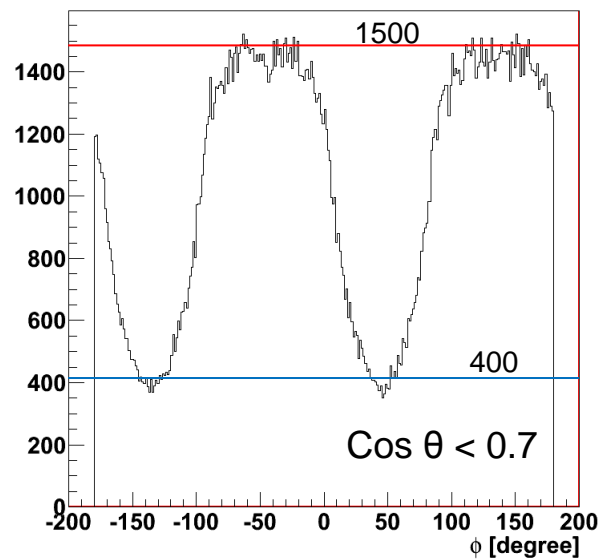
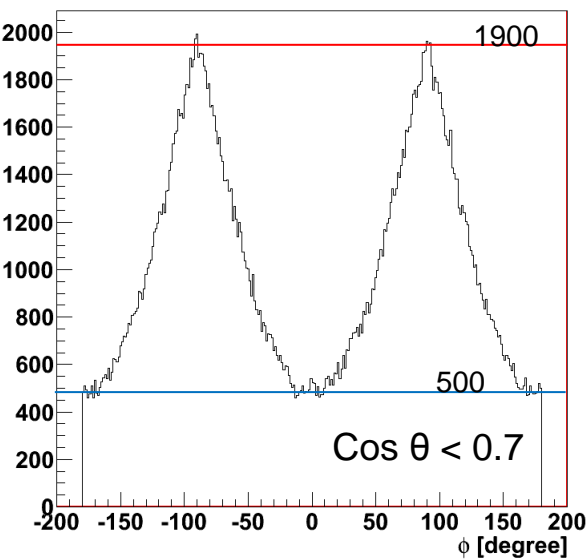
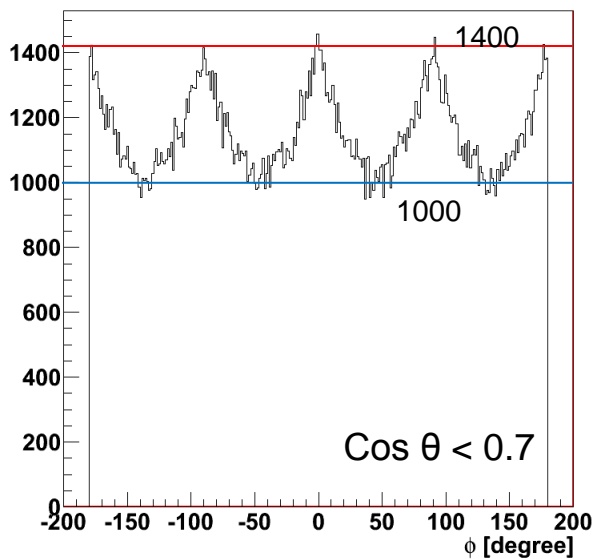
無偏光



0度, 100%



45度, 100%



■ W122a (水村) 夢を語れ

- MeVガンマ線天文学の現状
- COMPTELのおさらい
- 検出器の原理
- SMILE計画

気球実験段階でさえ、
面白い物理ができる！

■ W123a (水本) 現実を見よ

- ガンマ線検出のデモンストレーション
- SMILE-II 検出器の性能評価
- 今後の改良項目

