

サブMeVガンマ線観測気球実験 SMILEの2006年フライト報告

窪 秀利, 谷森 達, 身内 賢太郎, 株木 重人,
土屋 兼一, 高田 淳史, 岡田 葉子, 西村 広展,
服部 香里, 上野 一樹, 黒澤 俊介 (京大理),
野中 直樹, 水田 栄一 (ISAS/JAXA)

- SMILE計画の概要
- 気球搭載検出器の性能
- 気球実験の結果
- まとめ

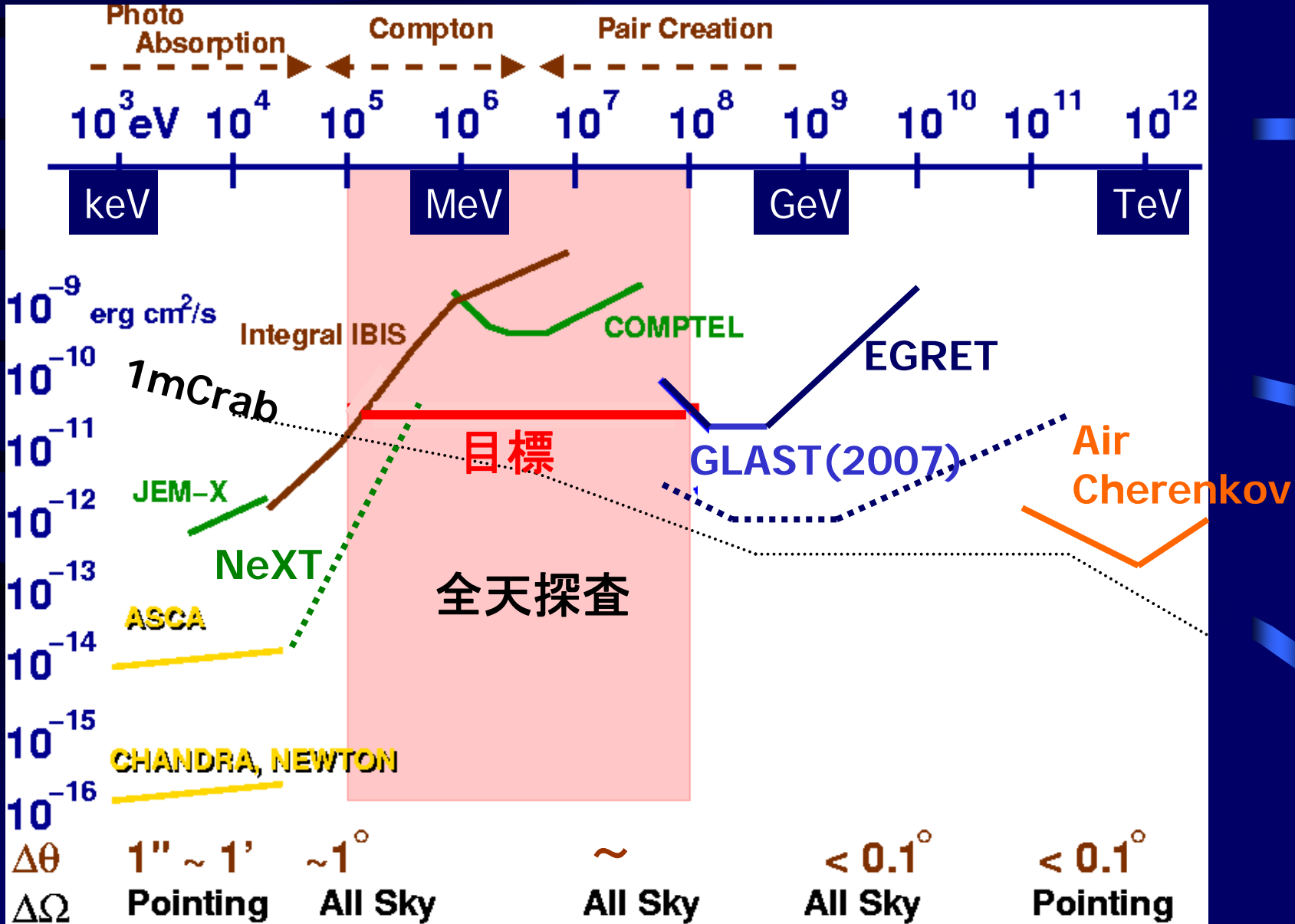


日本天文学会 2007年3月

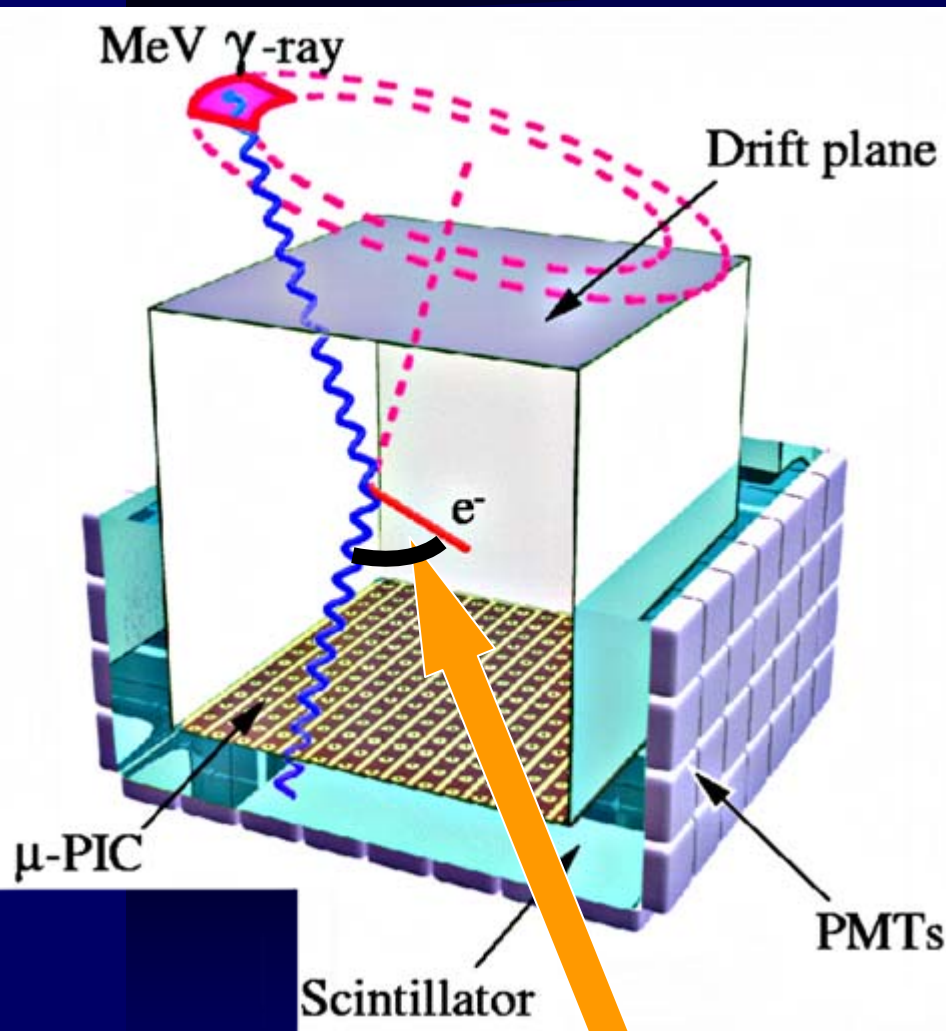


これまでのX・γ線検出感度

検出感度



開発したサブMeV・MeV γ 線 コンプトンカメラ



➤ ガス Time Projection Chamber

Compton散乱反跳電子の
3次元飛跡、エネルギー

多重散乱小さく⇒ガス

➤ シンチレーションカメラ

散乱 γ 線の位置,
エネルギー

事象毎に

入射 γ 線の到来方向と
エネルギーが分かる。



運動学から求まる値と測定値を比較

⇒高バックグラウンド除去能力⇒高検出感度

SMILE計画

*Sub-MeV gamma-ray Imaging
Loaded-on-balloon Experiment*

(10cm)³のサブMeV γ 線カメラ @三陸 (2006)

- ガスTPCの安定動作実証
- 宇宙拡散・大気ガンマ線測定

予想値: 0.1~1MeV

~200フォトン @ 35km, 3時間

(30cm)³ カメラ @日本 6時間 (2009?)

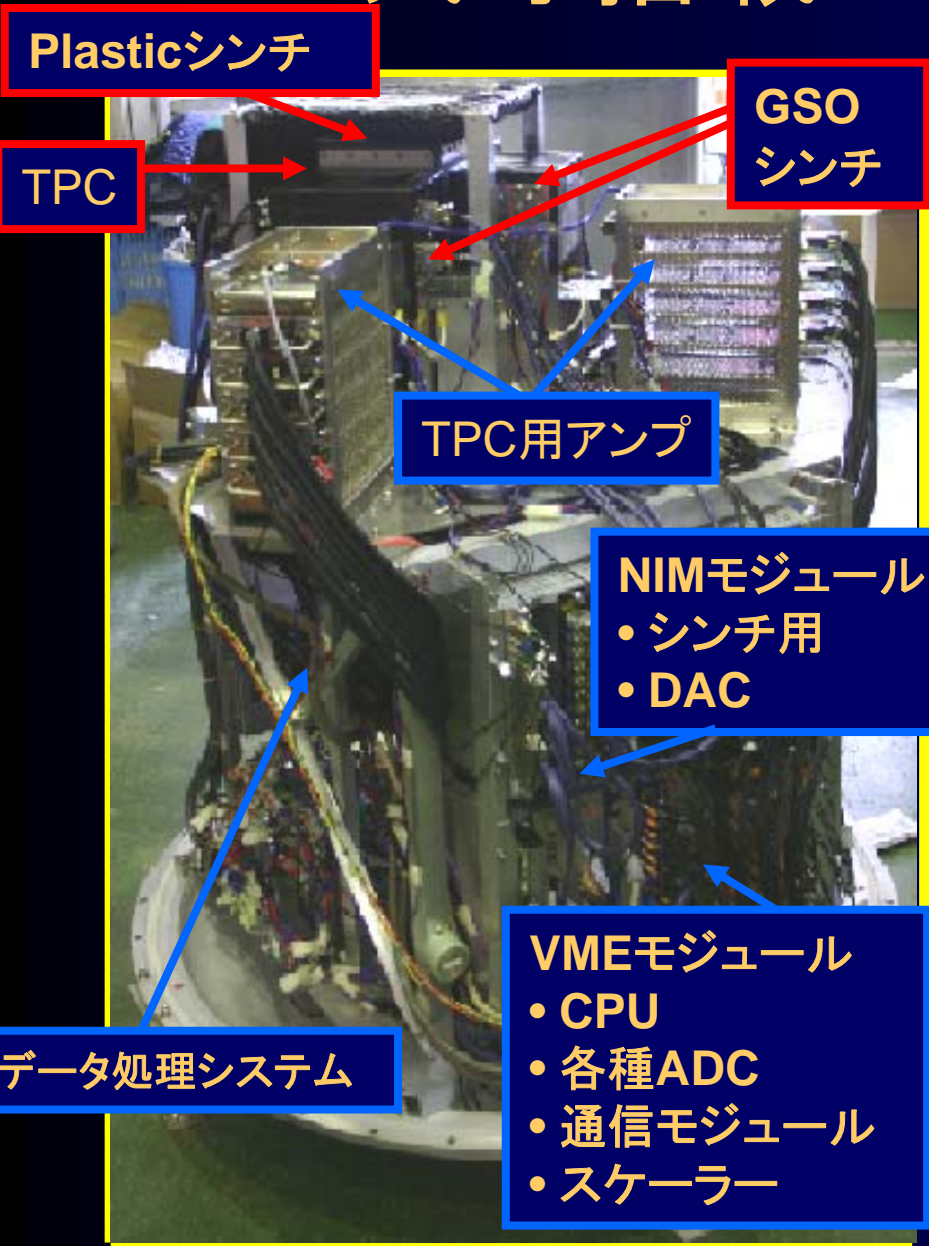
Crab、Cyg X-1の観測

(40cm)³ カメラ

スーパープレッシャー気球~10日間

(50cm)³ カメラ 衛星に搭載し全天サーベイ

気球搭載コンプトンカメラ



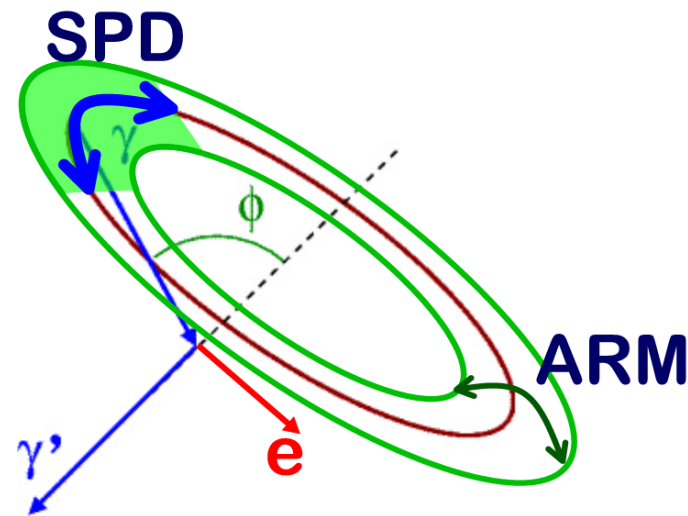
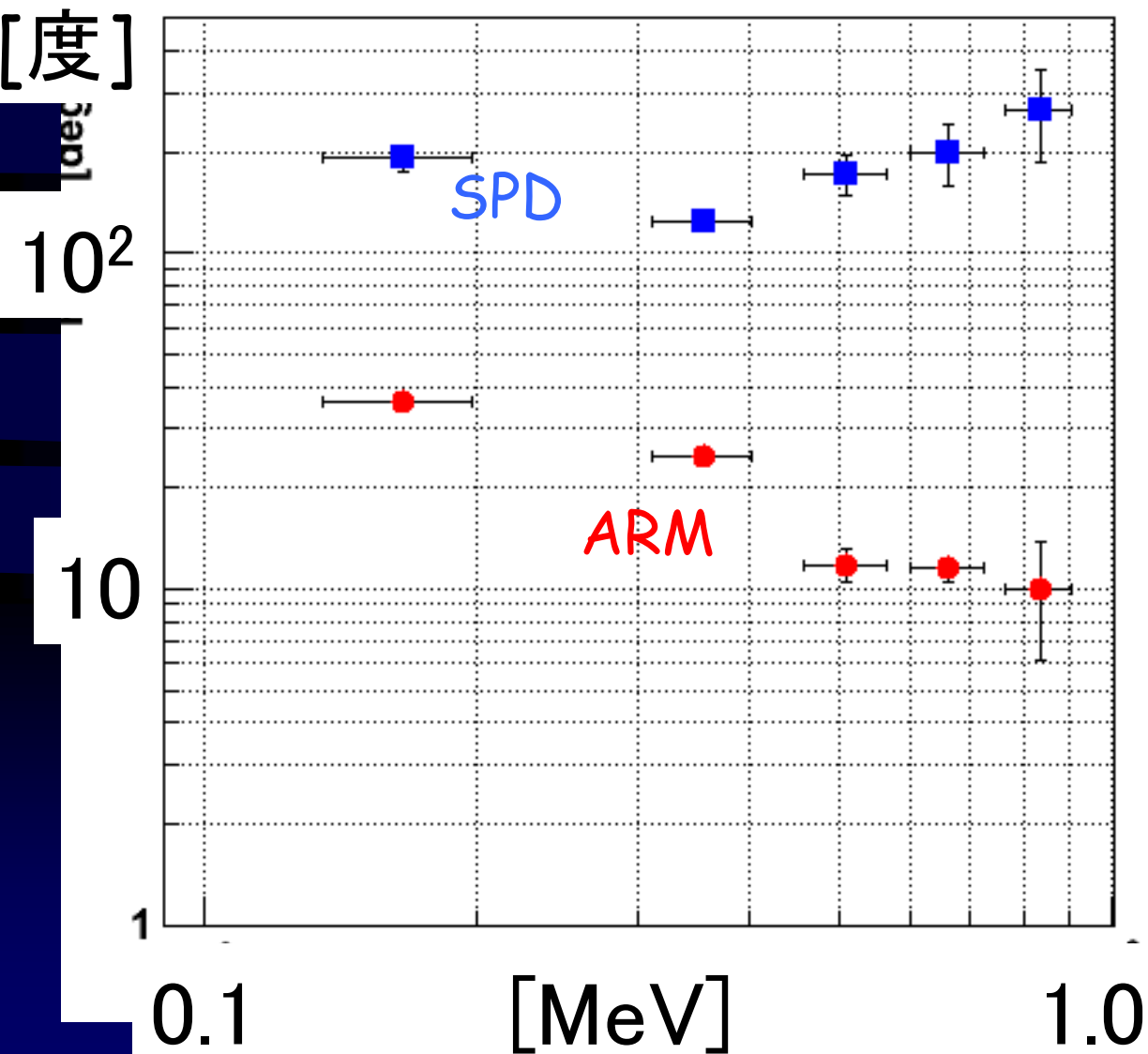
・ガスTPC

Xe+Ar+C₂H₆ガス(80:18:2)
1気圧、10×10×14cm³

・シンチレーションカメラ

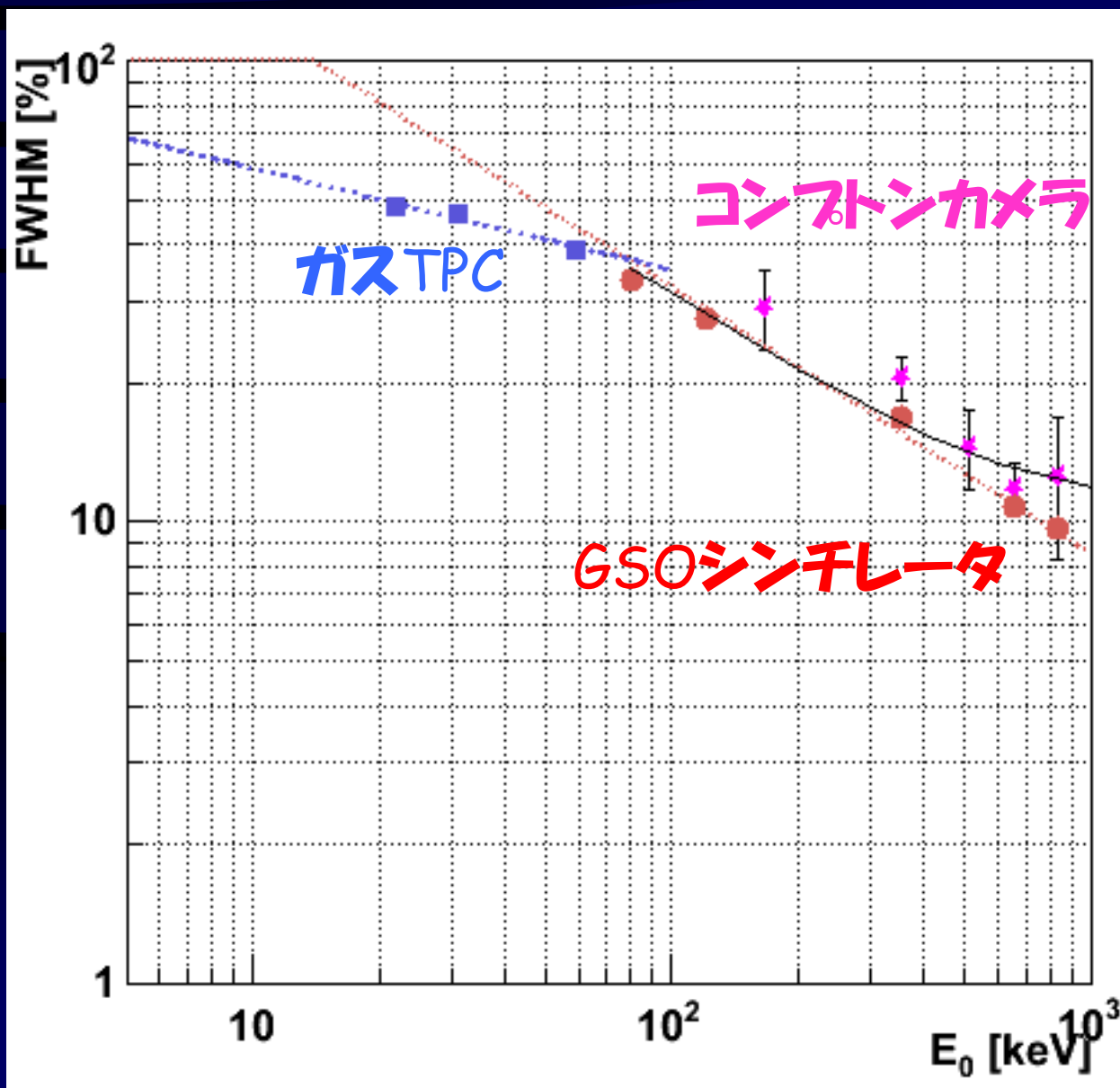
GSO(Ce) 6×6×13mm³
2112ピクセル
MAPMT(HPK H8500)33個

検出器性能 —角度分解能(1 γ 毎)—



ARM $\sim 25^\circ$
SPD $\sim 125^\circ$
@356keV
(FWHM)

エネルギー分解能



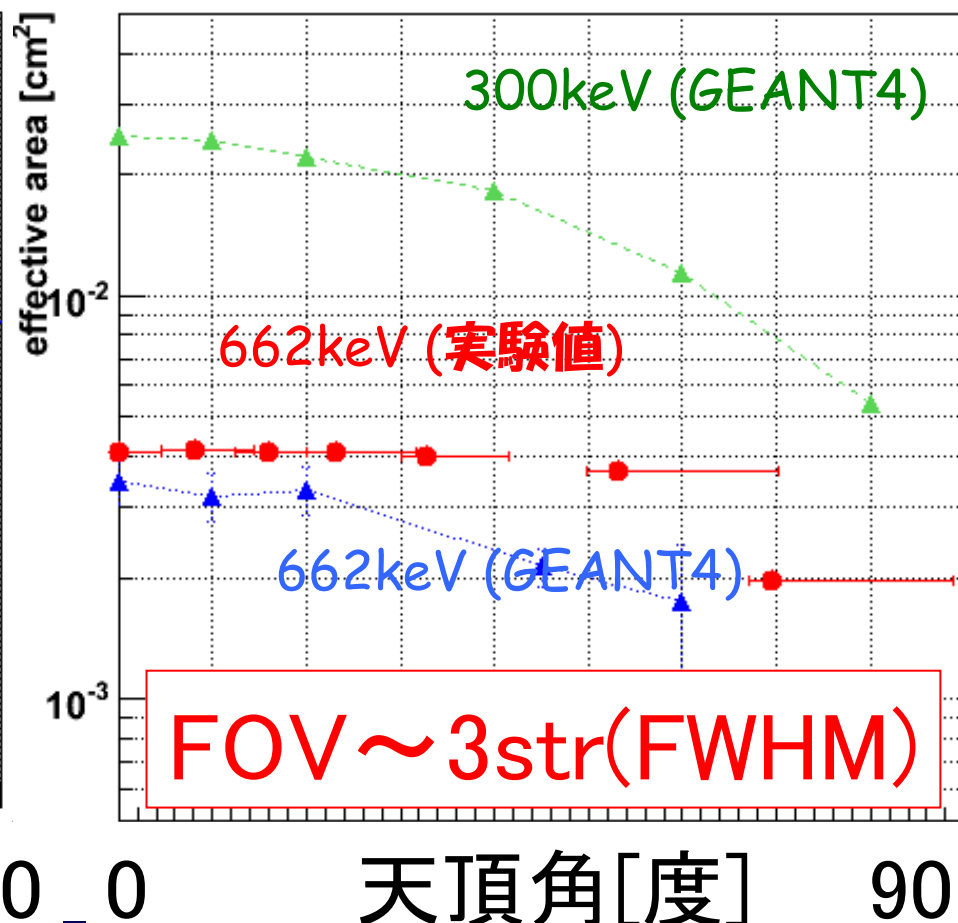
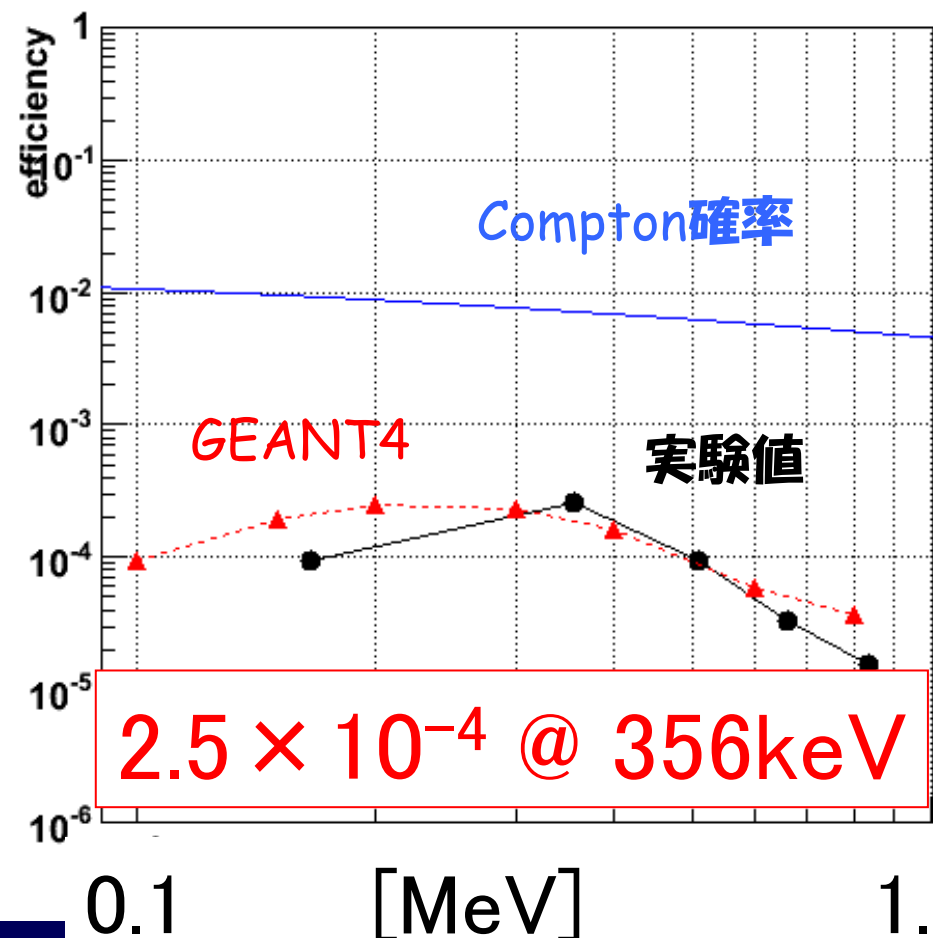
- ガスTPC
~45% @ 22keV
- GSOシンチレータ
~11% @ 662keV



コンプトンカメラ
12% (FWHM)
@662keV

検出効率

有効面積の 天頂角依存性

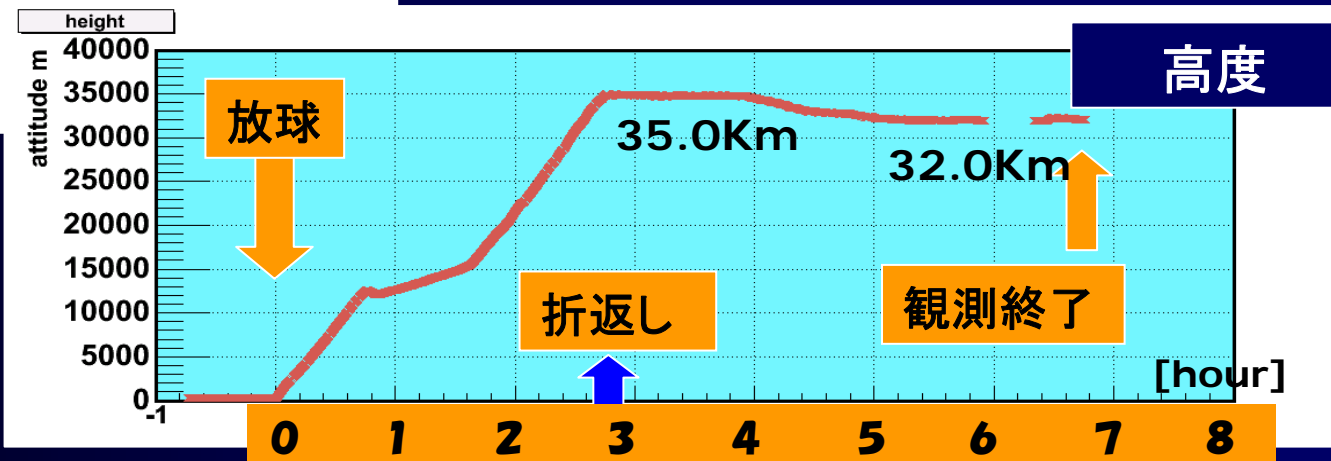
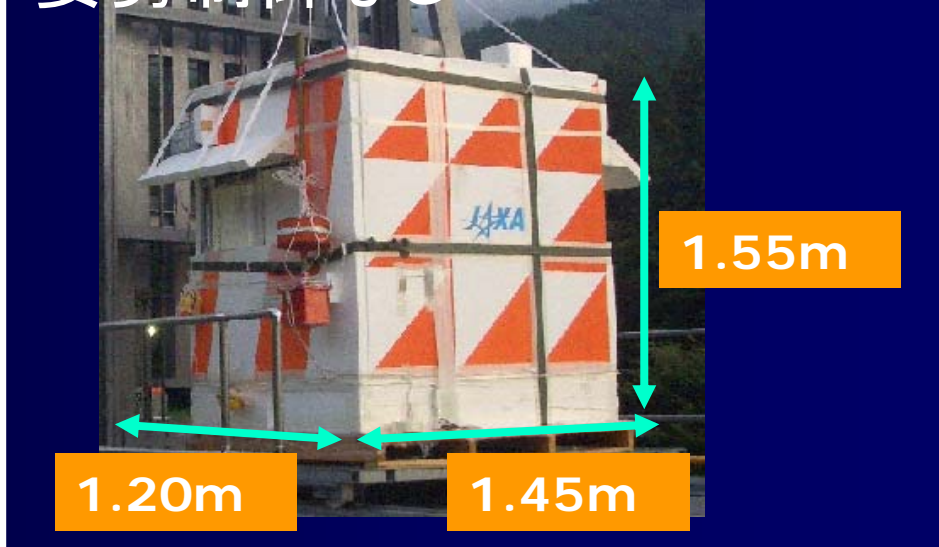
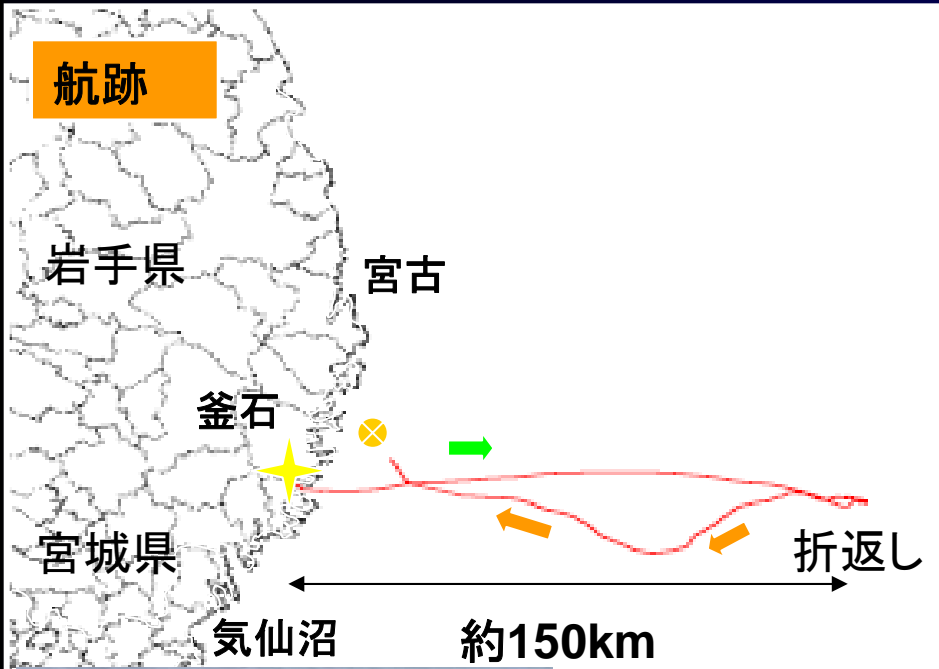


⇒ 広視野(全天探査向き)

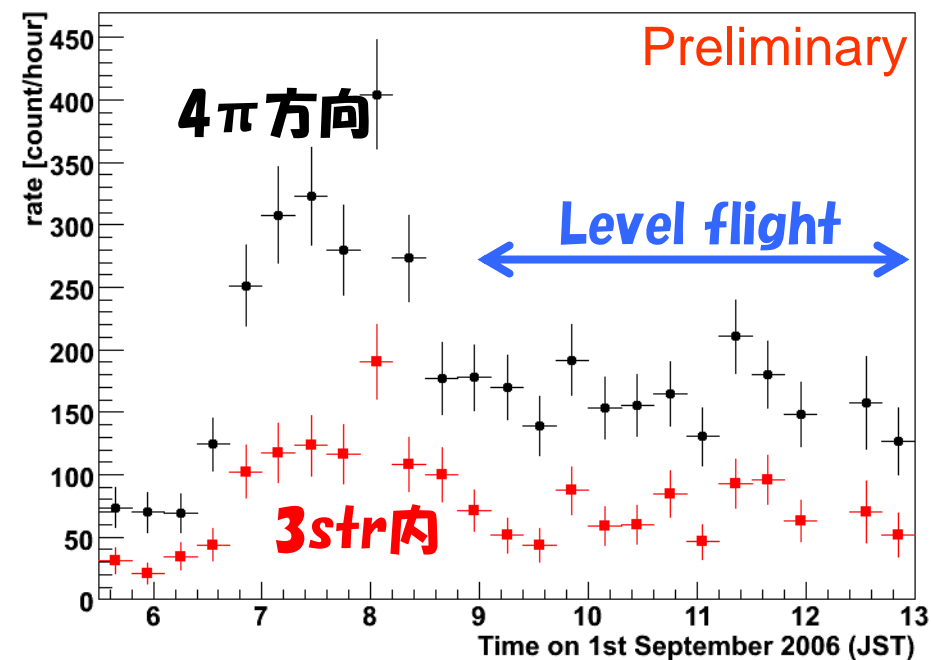
気球フライト

2006年9月1日6:11放球 全7h(レベル4h)
三陸大気球観測所

- 100,000m³ 気球
- ゴンドラ423kg+バラスト130kg
- 姿勢制御なし



宇宙拡散+大気ガンマ線の観測結果

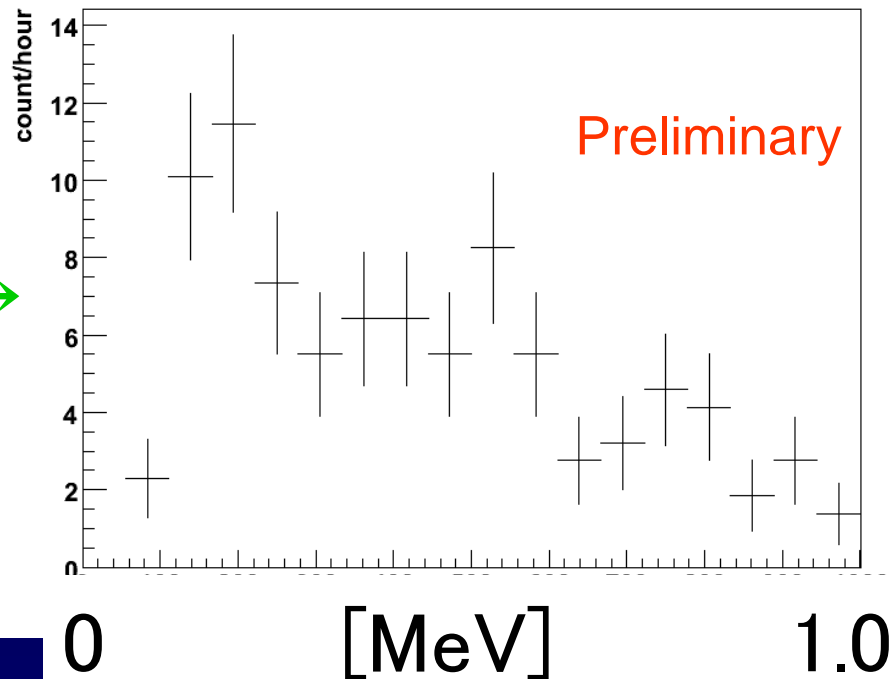


←ガンマ線カウントレート

- 100~900 keV
- 4 π 方向~1000 γ
- 天頂3str内~450 γ

エネルギースペクトル→

- 32~35 km レベルフライト
- 3.5時間 (live~3時間)
- 天頂3str内
- ~200フォトン

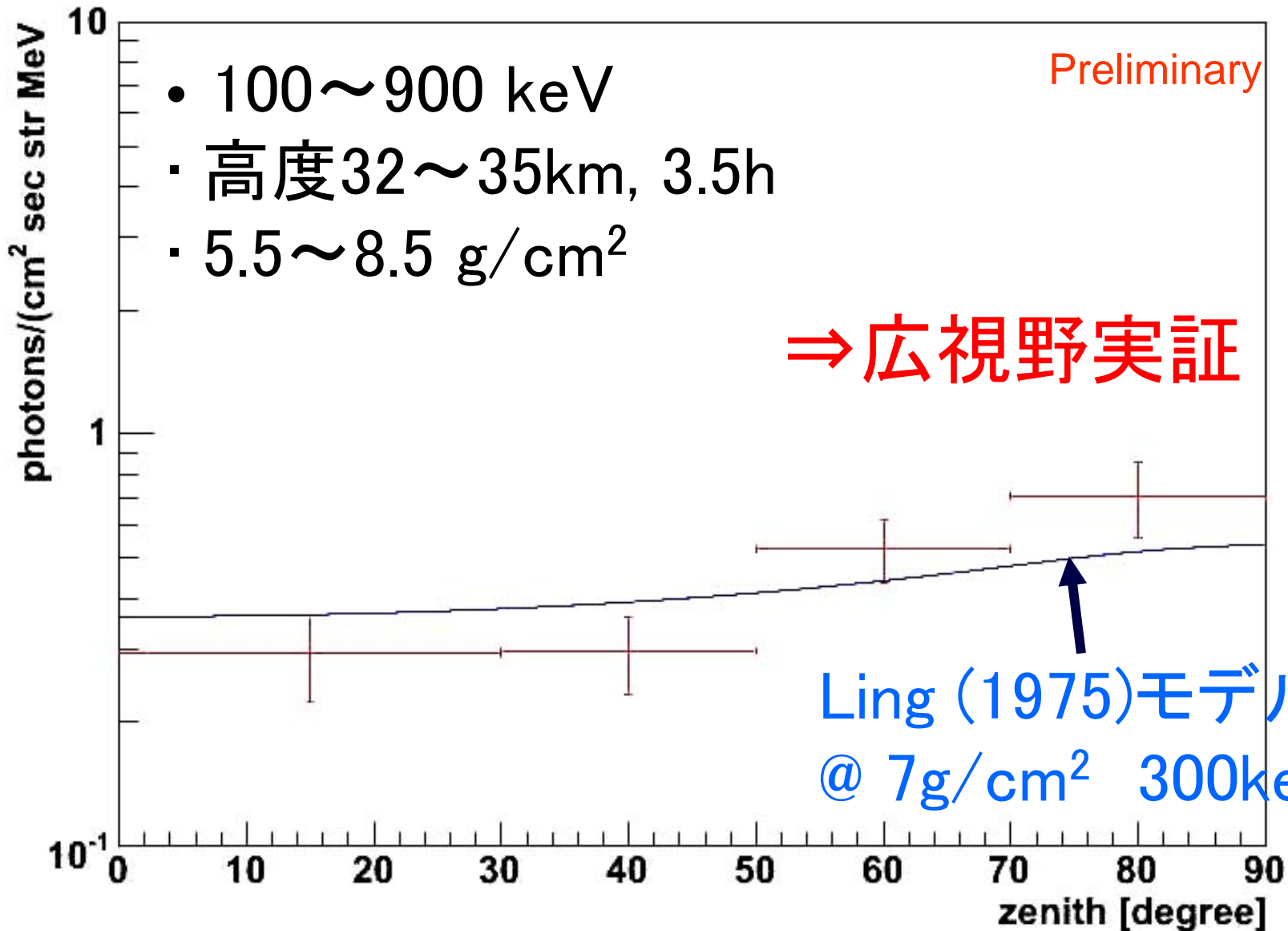


ガンマ線強度の天頂角依存性

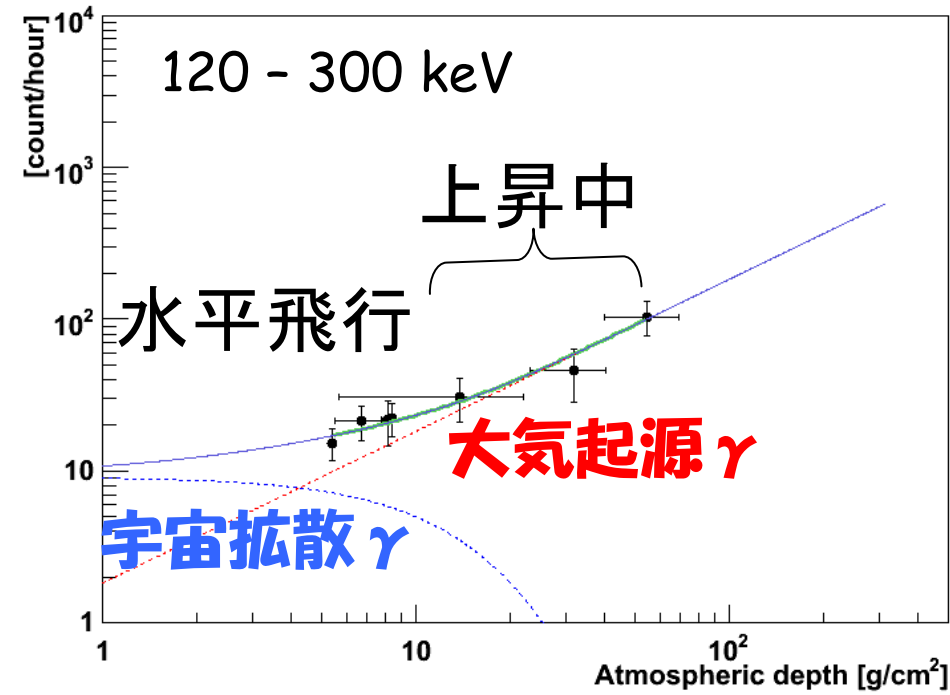
- 100~900 keV
- 高度32~35km, 3.5h
- 5.5~8.5 g/cm²

Preliminary

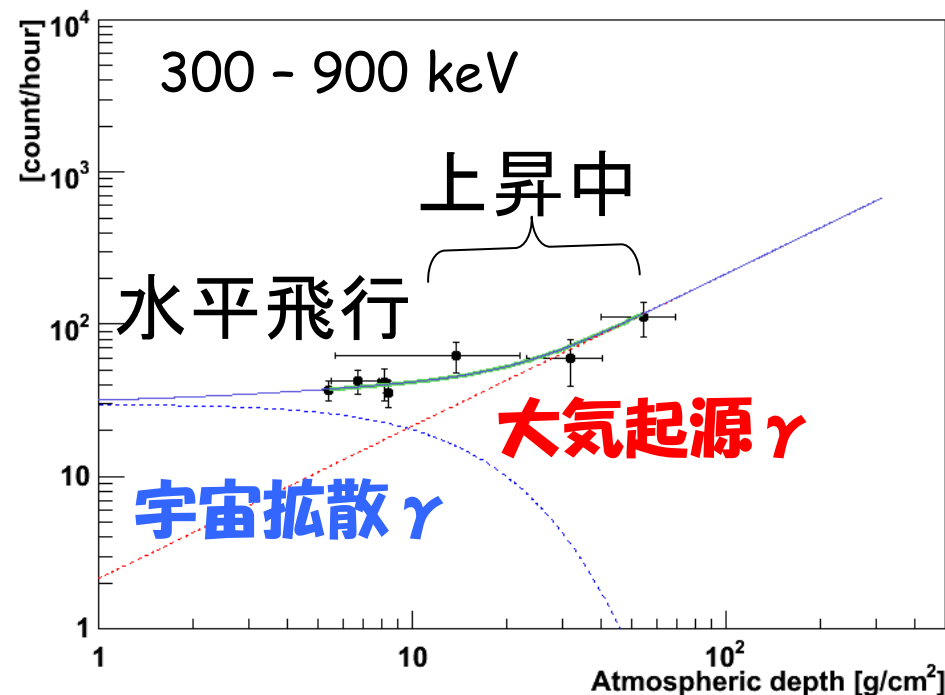
⇒ 広視野実証



大気厚に対する ガンマ線強度の変化

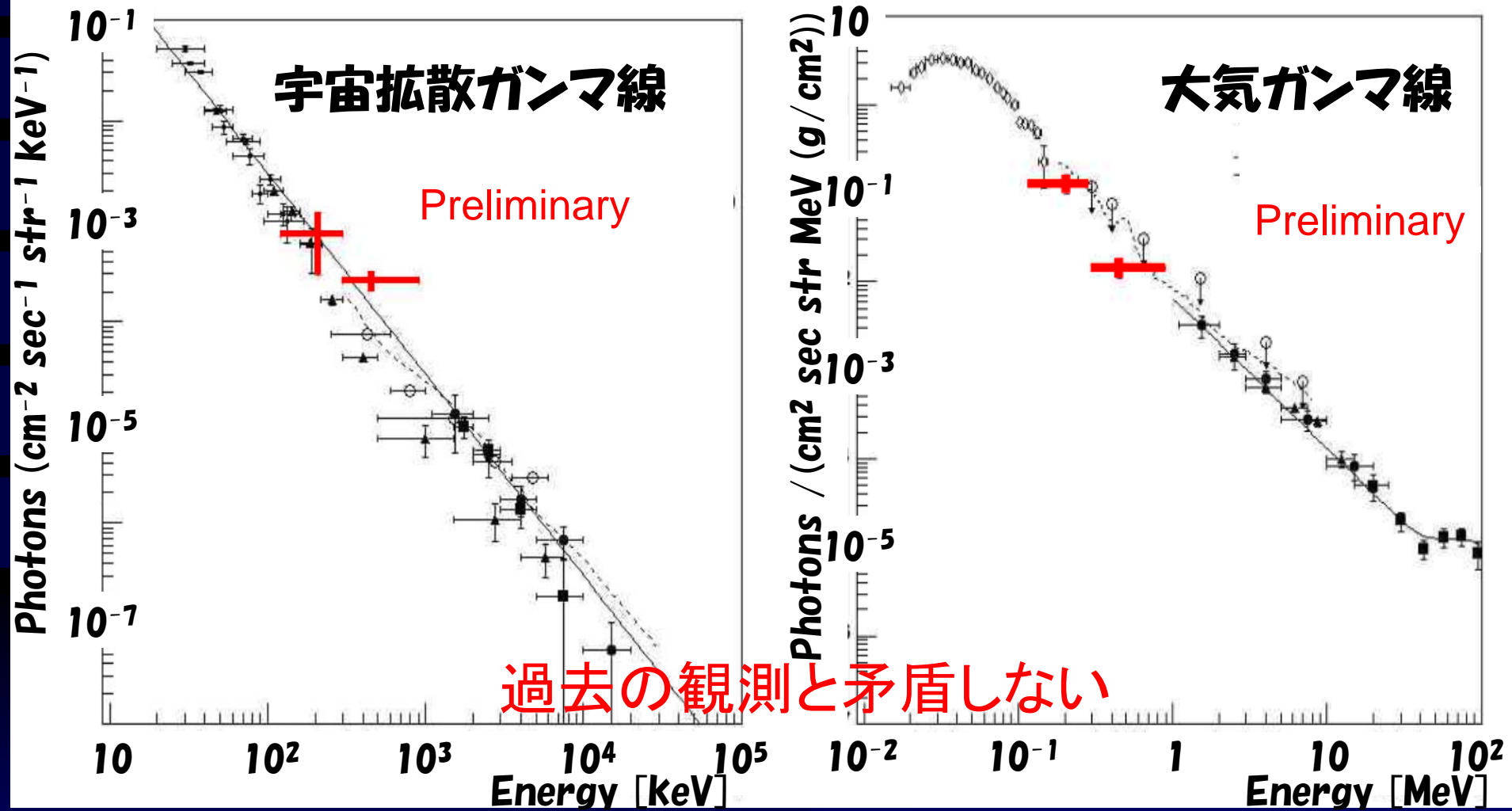


大気厚[g/cm²]



大気厚[g/cm²]

宇宙拡散・大気ガンマ線スペクトル



反跳電子飛跡型の次世代コンプトンカメラは欧米でも開発中
気球実験で観測できたのは、我々が世界初

まとめ

- 入射ガンマ線の到来方向とエネルギーを一意に決定できる、**広視野サブMeV・MeVガンマ線カメラ**開発
- 2006年9月1日 JAXA三陸大気球観測所から放球
- 全7時間、**高度32～35kmで4時間**の水平飛行
- 全フライト中に約1000、水平飛行中(天頂60度以内)に約200フォトンのガンマ線を観測
- **宇宙拡散・大気ガンマ線フラックス**を得ることに成功、反跳電子飛跡検出型コンプトンカメラでは**世界初**
- **広視野かつ高いバックグラウンド除去能力**を気球高度で実証 ⇒カメラを大型化し天体観測へ