

# エマルション望遠鏡による宇宙ガンマ線精密観測計画 GRAINE



○尾崎 圭太<sup>1</sup>, 青木 茂樹<sup>1</sup>, 釜田 啓樹<sup>1</sup>, 高橋 覚<sup>1</sup>, 中川 諒<sup>1</sup>, 水谷 深志<sup>1</sup>, 六條 宏紀<sup>1</sup>

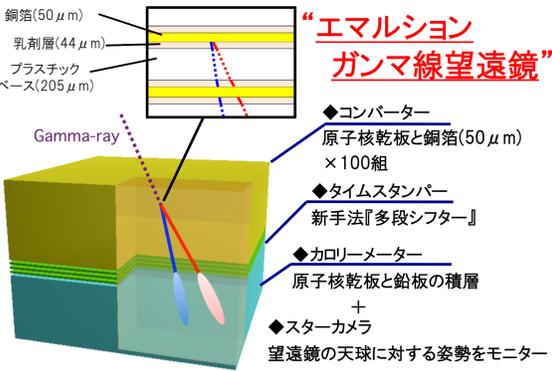
他 GRAINE collaboration<sup>1,2,3,4,5,6</sup> <sup>1</sup>神戸大, <sup>2</sup>愛知教育大, <sup>3</sup>ISAS/JAXA, <sup>4</sup>宇都宮大, <sup>5</sup>岡山理科大, <sup>6</sup>名古屋大

## GRAINE Gamma-Ray Astro-Imager with Nuclear Emulsion

◆ 10MeV~100GeV帯域でガンマ線天体の精密観測及び偏光観測を目指す気球実験。<sup>[1]</sup>

◆ GRAINEは角度分解能に優れていることが特徴。

◆ 主検出器、エマルションは  
・低物質質量(0.002X<sub>0</sub>)  
・高分解能(0.1 μm)  
であるため<sup>[2]</sup>、電磁散乱による不定性を抑えた測定が可能である。

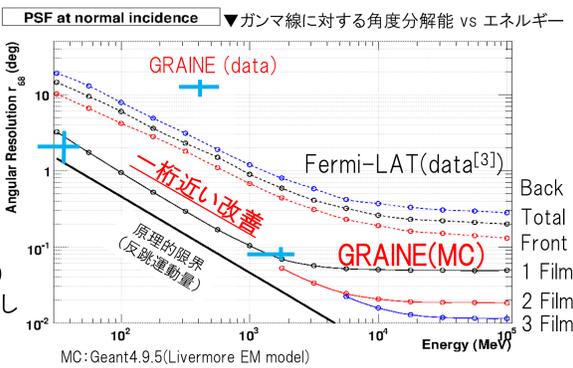


### Fermi-LATとGRAINEの角度分解能の比較

	LAT	GRAINE
100MeV	6.0deg	0.9deg
1GeV	0.9deg	0.1deg

◆ この特徴をいかした観測, 例えば空間的な広がりを持つガンマ線天体(SNR W44など)の精密観測を目指す。

◆ 大口径エマルション望遠鏡(10m<sup>2</sup>)による1週間程度のフライトを繰り返して高統計観測を実現する。

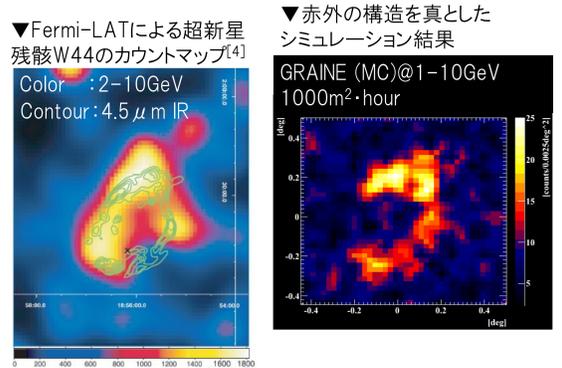


## GRAINEが目指すサイエンス

### ◆ 高解像イメージング

・ >GeVの高い角度分解能をいかした高解像イメージングにより、他波長の観測との詳細な解析が可能になる。

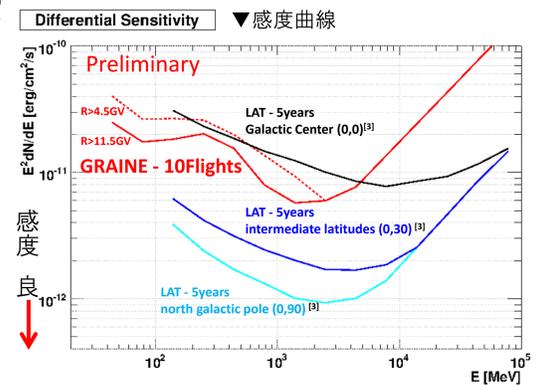
・ また、<200MeVの低エネルギー領域において、拡散ガンマ線の混入をおさえたエネルギースペクトラム測定を目指す。



### ◆ 銀河中心領域の探索

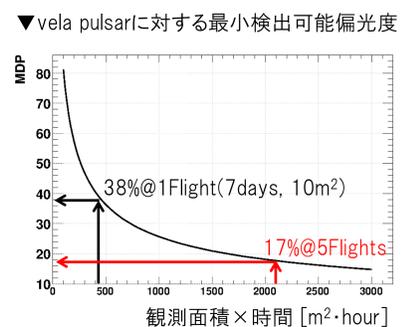
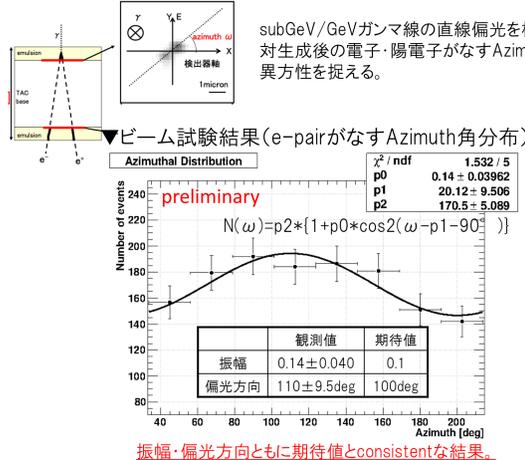
・ 銀河中心領域では、GeV及び200MeV以下の領域でFermiより高感度な観測が可能である。

・ また、銀河面に多いFermiのUnID天体を、高分解能観測により点源を分離し、決着を付けることを目指す。

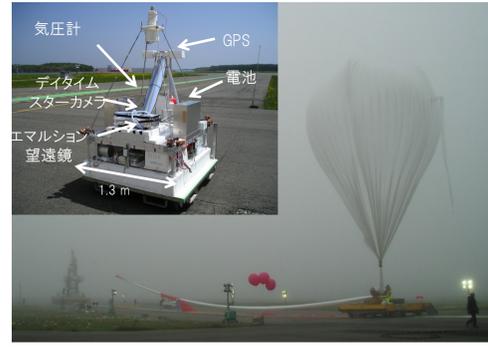


### ◆ 偏光観測

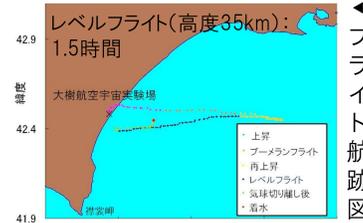
・ >10MeVのガンマ線領域で初となる天体(vela, crab)の直線偏光観測を目指す。  
・ 現在、直線偏光ガンマ線ビームを用いたR&Dを進めている。



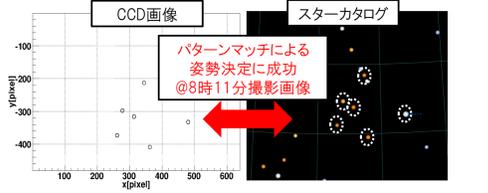
## GRAINE 2011フライト@大樹町



◆ 目的  
・ 姿勢モニターの動作検証  
・ 多段シフターの動作検証  
・ 大気ガンマ線フラックス測定

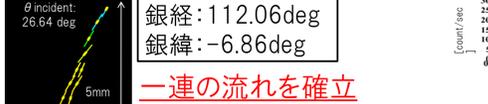


### 実証① スターカメラ

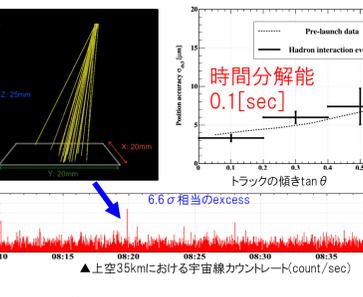
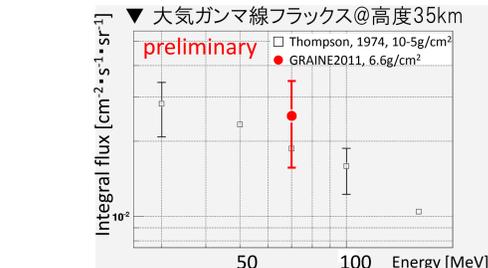


◆ 限界等級: 6等級  
◆ 姿勢モニター精度: <0.4mrad  
◆ 稼働率: 74%

時刻情報+姿勢情報により  
天球に対するガンマ線の  
到来方向を決定

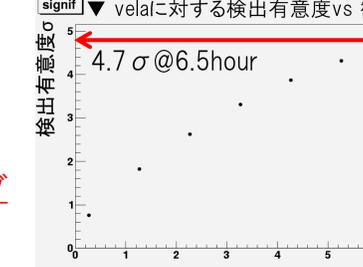


### 実証③ 大気ガンマ線の観測



## GRAINE 2014フライト@オーストラリア

◆ JAXA大気球実験室の協力のもと、オーストラリアでの気球実験を2014年に実施することを目指し準備を進めている。ここでは、  
vela pulsarの検出  
>100MeVでの最高精度イメージング  
を目指す。



### 準備状況

- ◆ 高感度フィルム
  - GRAINE2011に一部導入
  - 全入射角における平均検出効率
  - 高感度フィルム OPERA Film: 97.4 ± 0.8
  - : 87.0 ± 0.4
- ◆ 多段シフター2号機
  - 左ステージ
  - 右ステージ
  - ステージ位置再現性: 20倍のスケールアップ後も1号機と同等の性能を確認
- ◆ スターカメラ
  - 限界等級: 7
  - 姿勢モニター精度: <0.1mrad
  - 稼働率: 99% (期待値)
  - 新CCDカメラで感度向上を確認
  - 検出星数: 43 (新カメラ) vs 11 (旧カメラ)

## エマルションフィルム&読み出し装置

- ◆ 高感度写真乳剤をプラスチックベースに塗布した荷電粒子に対して有感な3次元飛跡検出器
- ◆ 高位置分解能・低物質質量
- ◆ 高速飛跡読取装置の開発によりフィルムの大面積読み出しが可能になった。

[1] S. Aoki, et al., arXiv: 1202.2529 [astro-ph.IM]  
[2] T. Nakamura, et al., Nucl. Instr. Meth. A, 556, (2006), 80.  
[3] http://www.slac.stanford.edu/exp/glast/groups/canda/lat\_Performance.htm  
[4] A. A. Abdo, et al., Science, 327, (2010), 1103.  
[5] K. Ozaki, et al., 平成24年度大気球シンポジウム  
[6] H. Rokujo, et al., Nucl. Instr. Meth. A, 701, (2013), 127.  
[7] S. Takahashi, et al., 平成24年度大気球シンポジウム  
[8] K. Morishima & T. Nakano, JINST 5 (2010) P0401.