## GRAINE計画と2018年気球実験 高橋覚(神戸大) for GRAINE collaboration <sup>愛知教育大学、ISAS/JAXA、岡山理科大学、神戸大学、名古屋大学</sup> PI: 青木茂樹(神戸大)

GRAINE 2018, JAXA Scientific balloon @ BLS Alice Springs Australia, 6:30AM 26<sup>th</sup> April (ACST)

All-sky map by Fermi Gamma-ray Space Telescope using nine years of data collected from 2008 to 2017

Image credit: NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration

>5000 sources (FL8Y)

# 原子核乾板(エマルションフィルム)

Gamma-ray

Microscopic view <u>10 μm</u>

原理的な位置精度~50nm

e+/-

e-7+







2011年度気球実験 エマルションガンマ線望遠鏡の 初めての気球実験





#### 初めての気球実験、実現可能性の実証



### 2015年気球実験

放球地点 日時:5月12日午前6時03分JST 場所:アリススプリングス気球放球基地 着地地点 日時:5月12日午後8時25分JST 場所:クイーンズランド州ロングリーチの 北方約130km地点

飛翔時間 14時間22分

Flight duration: 14hour22min (11hour32min(約7倍) @36.0-37.4km) image©JAXA

ロ径面積3780cm<sup>2</sup>(約30倍) ミリ秒オーダー時間分解能(約1/10倍)

Launched, 6:33 12<sup>th</sup> May 2015 実験設計、様々な改良・準備、気球実験 オーストラリアでの気球実験体制を確立

Image©JAXA

S. Takahashi et al., PTEP 073F01 (2016); K. Ozaki et al., JINST 10 P12018 (2015)

# 2015年気球実験のまとめ

- 口径面積3780cm<sup>2</sup> (約30倍,新型エマルションフィルム,総面積48m<sup>2</sup>)
- フライト時間14.4hour (11.5hour@36.0-37.4km (約7倍))
- オーストラリア気球実験 scheme & flow を確立
- JAXA豪州大気球実験の先行実験としての役割を果たした
- 飛跡読み出し総面積41m<sup>2</sup> w/ HTS
- エマルションフィルムのS/N比~20倍、データサイズ~20分の1
- フィルムあたりの飛跡inefficiency~10分の1
- ・ガンマ線事象検出のためのデータリダクションロード~200分の1
- 全有効面積データ処理 口径面積2830cm<sup>2</sup> (総面積30m<sup>2</sup>)
- ガンマ線結像性能<~1.0deg cf. 角度分解能1.0deg@100MeV</li>
- ・ 全フライト時間(6:30 20:00)にわたるタイムスタンプ
- •時間分解能9.8ミリ秒(約7倍)
- スターカメラ限界等級改善 6.1→7.5等級

### 2011年気球実験から大きく前進

H. Kawahara, et al., KMI 2017, https://pos.sissa.it/294/059; H. Rokujo, et al., PTEP 063H01 (2018); F. Mizutani et al., NIMA (Submitted).

2015年気球実験 Vela Pulsarからのガンマ線を有意に検出する。

2018年4月JAXA豪州気球実験

<u>有効面積・有効時間拡大およびBG低減の展望</u>

- ・スターカメラの堅牢性強化→有効時間 1.77倍
  - データストレージの冗長化、エラーからの復帰可能なシステム
- ・エマルションフィルムの安定性確保→有効面積 1.33倍

望遠鏡の総合的な性能実証を目指す

(目標結像性能: 1deg (>100MeV))

- ・製造および処理処方の最適パラメーター確立
- ・シフターセットアップの確立→有効面積x有効時間 1.33倍

•フィルム搭載条件の最適化

・シフター動作パラメータの適正化→BG 1/2倍



(実効値5倍)

# 2018年気球実験

Google Earth Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO Image Landsat / Copernicus

Alice

Flight duration: 17.4h (21%个). Sydney Level flight @38.1 – 35.4 km: 14.7h (28%个) Fully covered Vela pulsar in 45 deg zenith (10%个)

anokn

reac

 ✓ 望遠鏡(多段シフター、スターカメラ3台、与 圧容器)の安定運用を達成
 ✓ 回収成功(4/27 Longreach)
 ✓ 現像を無事に完了(4/29 – 5/13 @U Sydney)



GRAINE 2018, JAXA Scientific balloon @BLS Alice Springs Australia, 6:30AM 26<sup>th</sup> April (ACST)



### GRAINE 2018, Flight data analysis, Timestamper, Timestamping



### GRAINE 2018, Flight data analysis, Attitude monitor







### GRAINE 2018, Flight data analysis, Combined



## Vela パルサー 周辺 ガンマ線 到来方向分布 銀河座標



<b>科学観測実</b> 2018年4月, 総合性能実 Alice Springs 0.38 m <sup>2</sup> aperture 17.3 hours flight duration 3-5 g/cm <sup>2</sup> altitude	<b>食ロードマップ</b> 証 2021-,科学観測 Alice Springs 10 m <sup>2</sup> aperture >~36 hours flight duration <~10 g/cm <sup>2</sup> altitude	Takahashi, Aoki et al., ASR 62 (2018) 2945
Velaパルサーの検出 精密撮像、	Vela pulsar Polarization observation (<50%)	Pioneering polarization observation for high energy $\gamma$ -rays
14.1177時時初5000V、 銀河面放射、Gemingaを 検出もしくは兆候を捉える 目標結像性能1deg(>100MeV)	SNR W44 (<200MeV, >200MeV) Precise spectrum measurement High resolution imaging	Studying cosmic ray sources
<u>フライトデータ解析状況</u> エクセス検出(5.2 <sub>0</sub> )	Galactic Center Obs. with ~arcmin resolution	Resolving GeV γ-ray excess at galactic center
<ul> <li>塚山かり半径約1deg(&gt;80MeV)</li> <li>今後</li> <li>▶ 統計増大、BG低減</li> <li>▶ オフセット理解</li> <li>▶ フラックス導出</li> </ul>	Test of fundamental symmetries be Transient sources Obs. w/ high sensitivity & high photon stats	yond the Planck scale Studying transient sources & w/ ones
	「GKPCU/伯渕探系、GeV γ-r <mark>ay</mark> Pair I	Talo抹糸→IGIVIFを利限

