

# 宇宙線研究室 全体紹介



2019年4月 花見 @鴨川・出町柳





# 宇宙線研究室について

宇宙線研究室

X線グループ



鶴教授

低エネルギー  
γ線グループ



谷森教授

高エネルギー  
γ線グループ

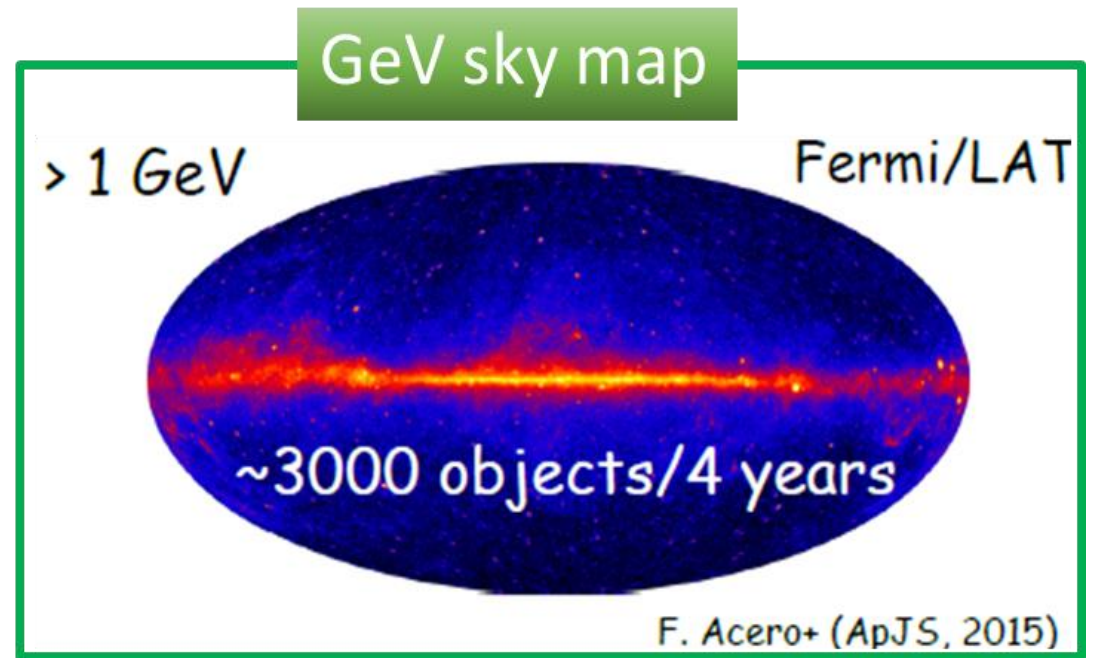
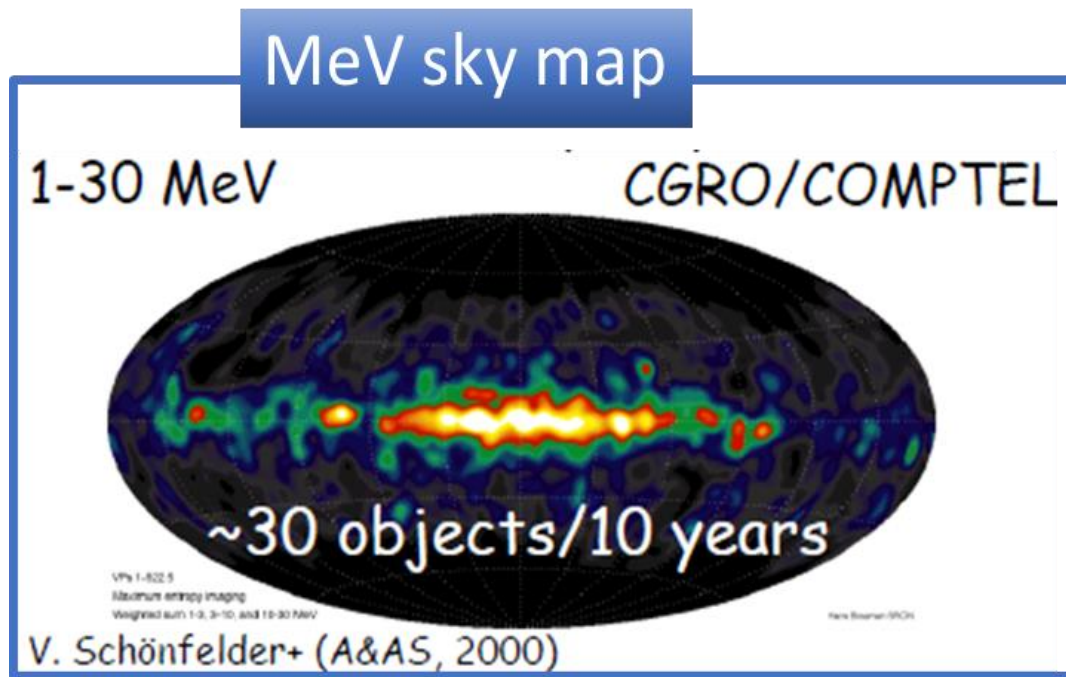


窪准教授

合計25人（学生・PD 17人）所属, 日々連携して頑張っています

# 1. MeVガンマ線天文学の現状

MeVガンマ線天文学は宇宙における元素合成の情報を直接取得可能な領域である。しかし、宇宙線と筐体との相互作用による雑音や散乱優位であることから撮像が難しく、光子をメッセンジャーとする天文学で唯一残された未開拓の領域となっている。

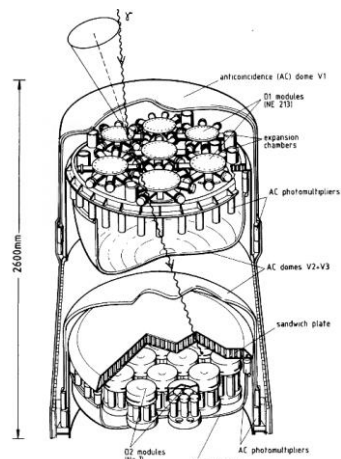


次世代望遠鏡への要求：

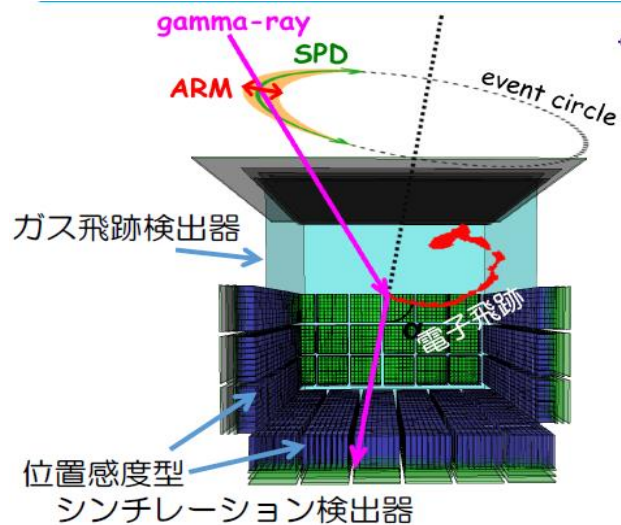
- 広エネルギー帯域 ⇒ 放射機構解明
- 広視野 ⇒ MeV天体探査
- 高雑音除去能力 ⇒ 高検出感度

# 2. SMILE計画; (Sub-MeV gamma-ray Imaging Loaded-on-balloon Experiment)

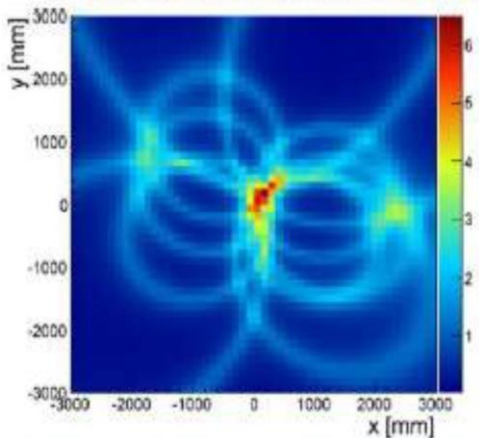
従来型検出器



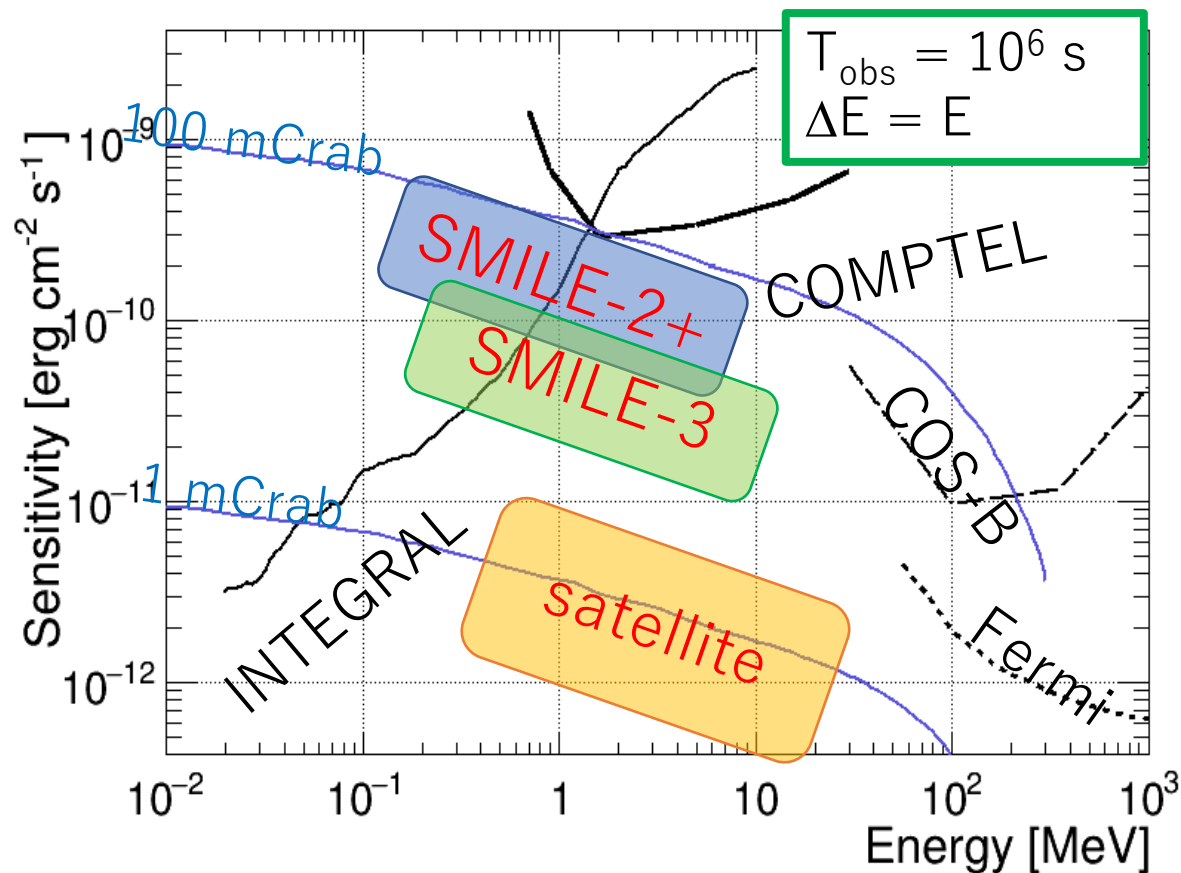
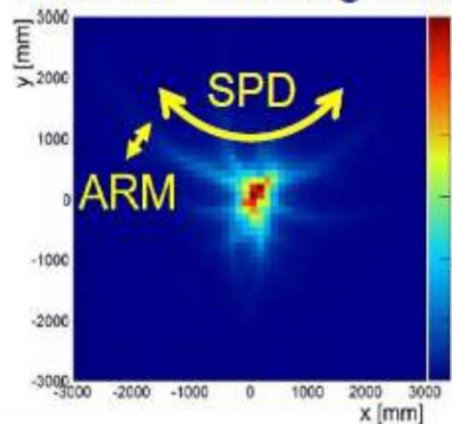
ETCC



Conventional method



Electron Tracking method

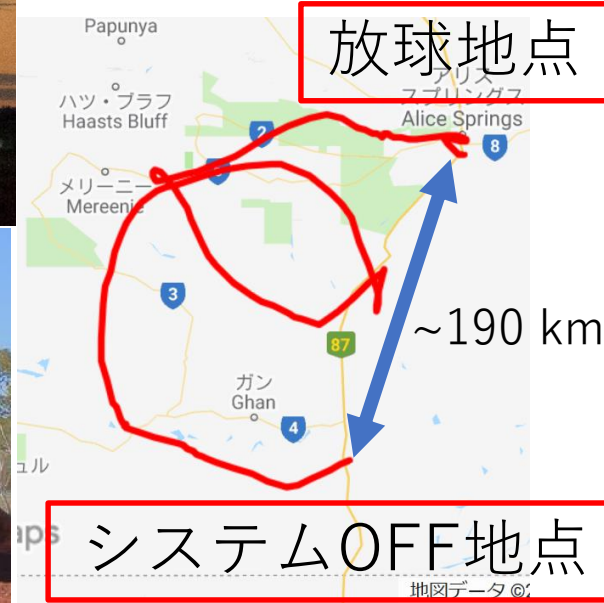
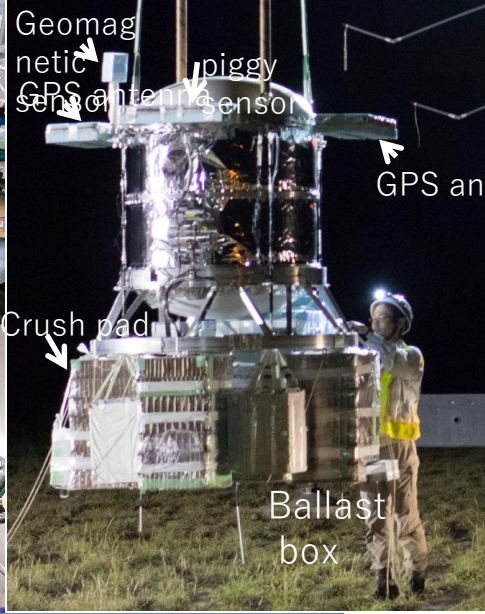


**SMILE計画のココがすごい！！！！**

ETCCでは電子飛跡取得を行うことで個々の光子の到来方向を決定。従来型検出器と比べ、高い雑音除去能力を誇る。



# 3. SMILE-2+ (2018 4/7-8)



気球を用いたMeVガンマ線観測実験：SMILE-2+ → 目的:高雑音環境でのETCCの撮像性能の実証  
水平浮遊高度約40 km、約26時間のフライトに成功。  
銀河中心領域からの $e^\pm$ 消滅線(511 keV)やかに星雲が主な観測対象。

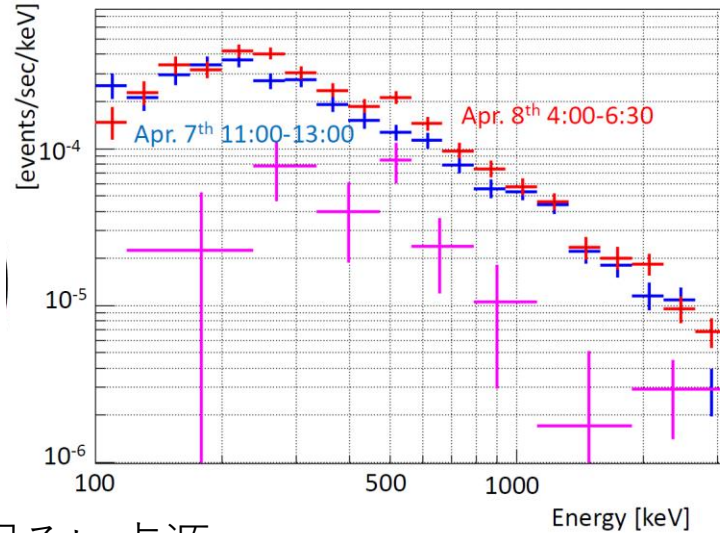
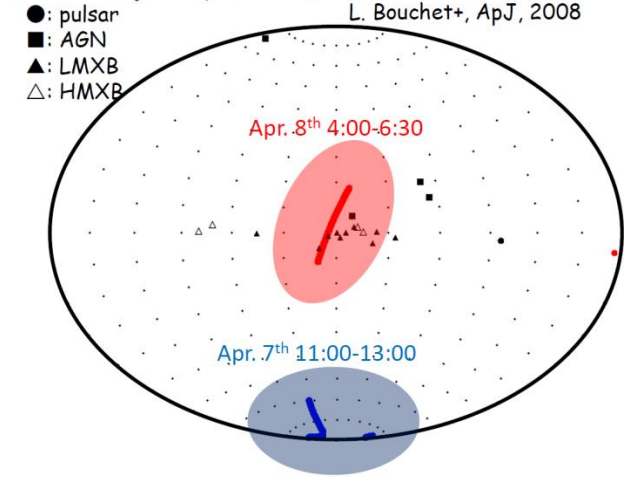


# 4フライトデータ解析状況

## 銀河中心領域

銀河中心領域には多量の $e^\pm$ 消滅線の放射が存在。  
( $e^+$ の起源：放射性核種? 高エネルギー天体? ダークマター?)

Detected objects by SPI/INTEGRAL (200-600 keV)  
L. Bouchet+, ApJ, 2008

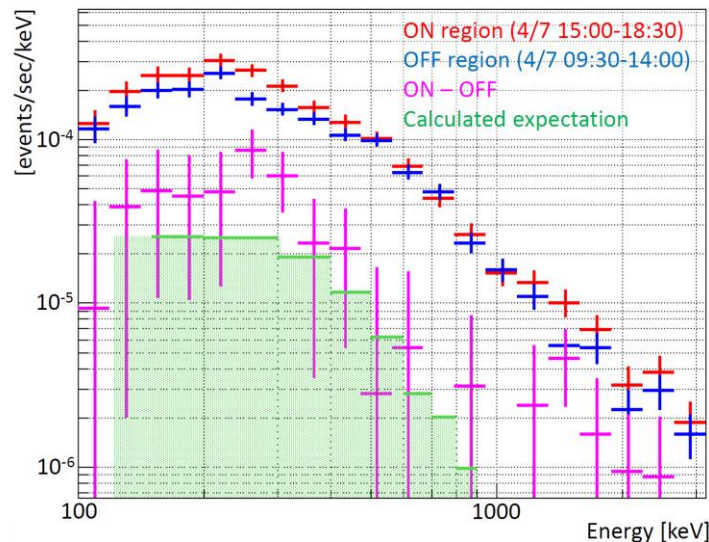
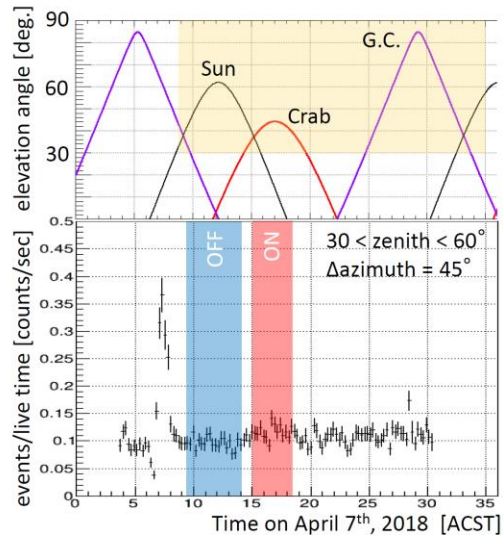


## 解析結果

銀河中心領域に $e^\pm$ 消滅線の超過を  
~5 $\sigma$ で検出!  
超過量も文献値とオーダーで一致!

## かに星雲

MeVで最も明るい点源。



## 解析結果

かに星雲を~3 $\sigma$ で検出!  
差分スペクトルも  
シミュレーションと無矛盾。  
設計通りの感度が得られている見込み。

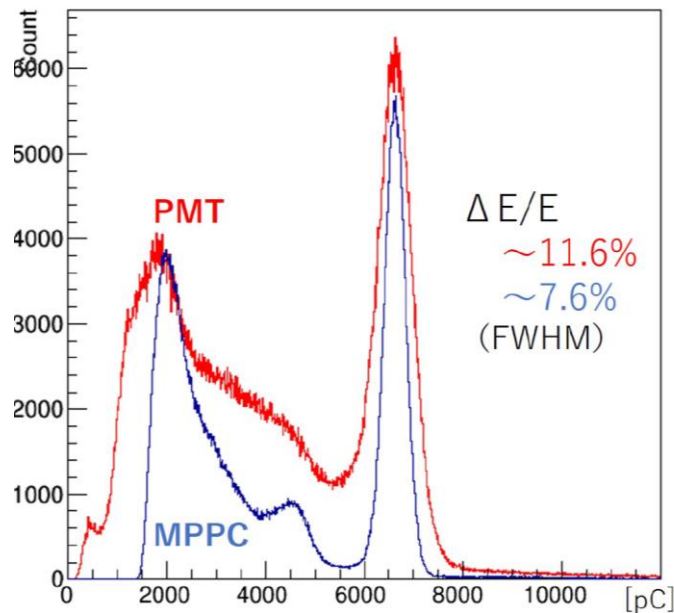
# 5. 次期計画;SMILE-3 目標;有効面積>5倍、角度分解能2~3倍

## シンチレータの改良

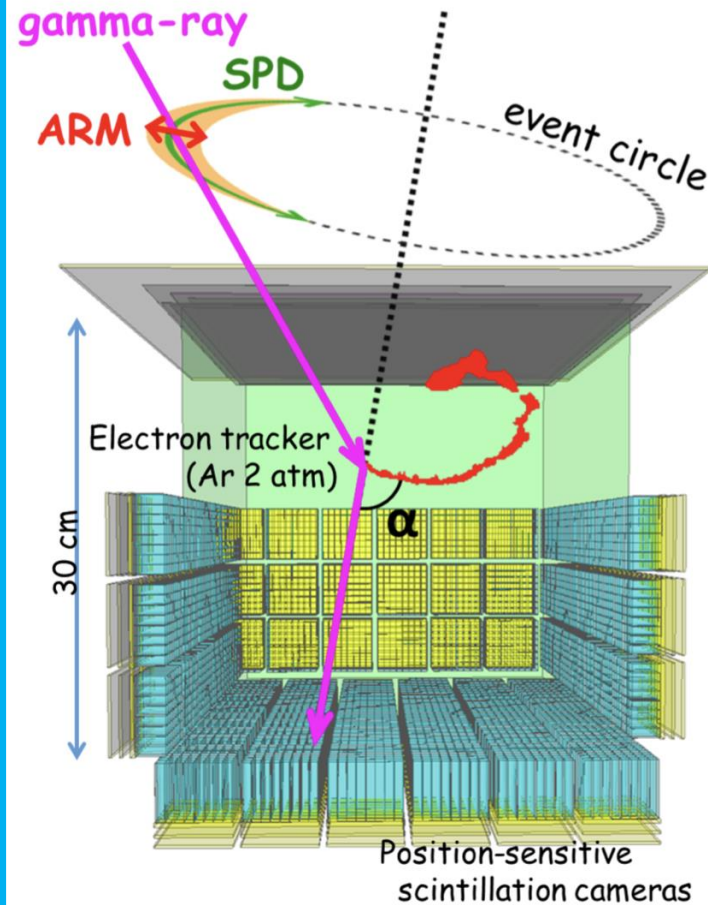
光読み出しをPMTからMPPCへ

⇒エネルギー分解能**向上**

⇒ARM **1.2倍**

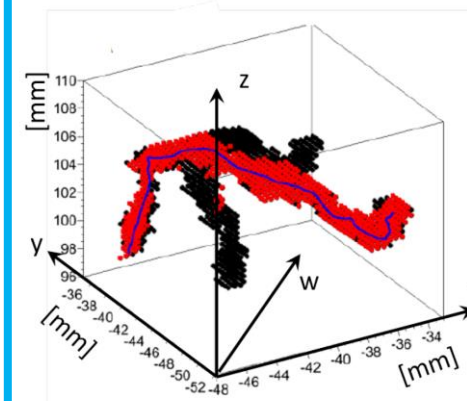


姿勢センサの見直し

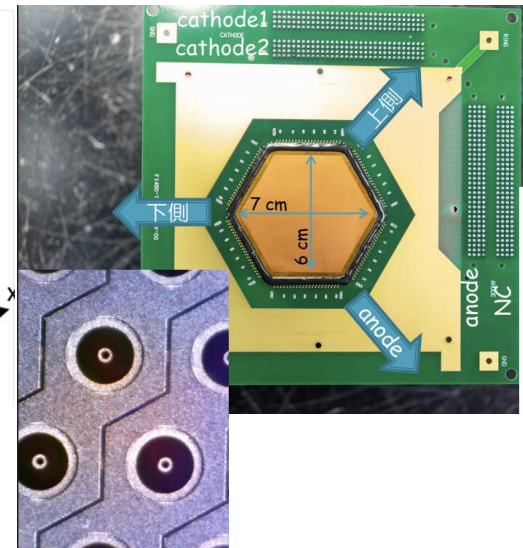


## ガス飛跡検出器の改良

- $CF_4$ ベースのガスで3気圧
  - ガス容積の大型化
  - 3軸  $\mu$ -PICの使用
- ⇒SPD **3~4倍**



黒：2軸 (従来)  
赤：3軸 (改良)



## 全体のシステムの改良

ガス圧力容器を露出、軽量化

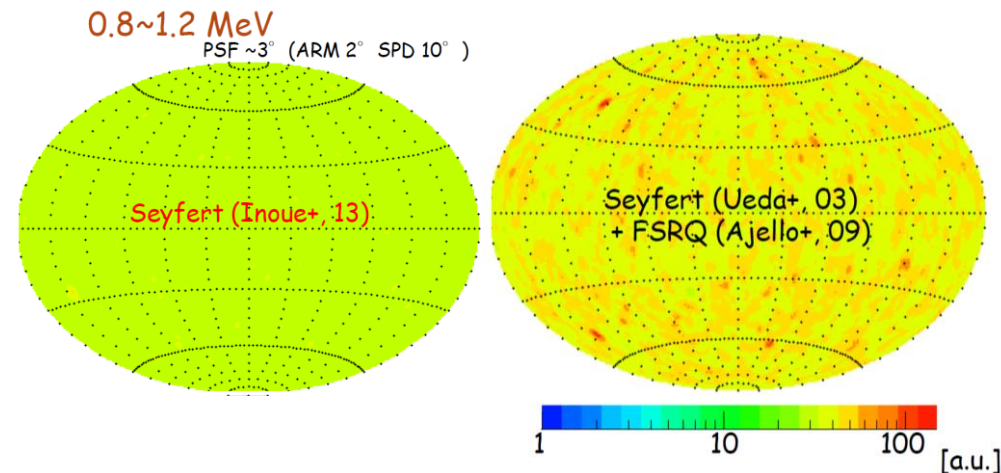


# 6. 科学観測で目指すサイエンス

## 銀河系外由来拡散ガンマ線の放射機構の解明 (気球)

セイファート銀河の降着円盤での非熱的電子による放射に由来するとする説とブレーザーからの放射であるとする説が存在。放射の非一様性の観測で検証可能。

SMILE-3ではその他にもかにパルサー・銀河中心の偏光や Cen A(活動銀河核)なども観測予定。



## 銀河面26Al・60Fe生成候補天体の解明 (衛星)

候補:重力崩壊型超新星、赤色巨星、ウォルフ・ライエ星、新星アウトフロー。ガンマ線分布と天体分布の比較により生成候補天体について議論可能。生成候補天体ごとの元素合成環境の違いがラインガンマ線間の強度比にも影響。



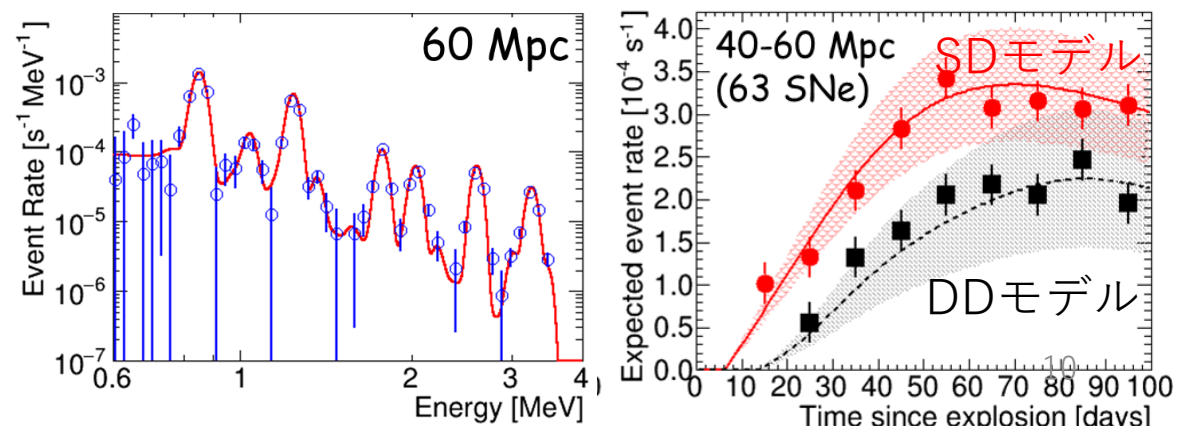
ガンマ線検出レート (50 keV~ 4 MeV)

## Ia型超新星の爆発機構の解明 (衛星)

白色矮星-赤色巨星連星の爆発とする説 (SDモデル) と白色矮星同士の合体とする説 (DDモデル) が存在。爆発時の周辺物質環境による散乱・吸収の違いにより検証可能。



水村好貴+,  
[arXiv:1805.07939](https://arxiv.org/abs/1805.07939) (2018)





## 7.まとめ

- MeVガンマ線は元素合成を直接探れるプローブである一方、光子による天文学最後の未開拓領域。
- 昨年度、撮像性能実証のための観測 **SMILE-2+** を実施。  
初期解析は事前シミュレーションと合致し、解析状況は順調。
- 次期長期気球観測計画：**SMILE-3** から 本格科学観測が始まる。  
⇒ 計画始動初期段階である今が チャンス！！！！

「MeVガンマ線天文学の夜明けは近いぜよ！！」

<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/research/MeV-gamma>



京都伏見  
寺田屋跡地  
坂本龍馬像

