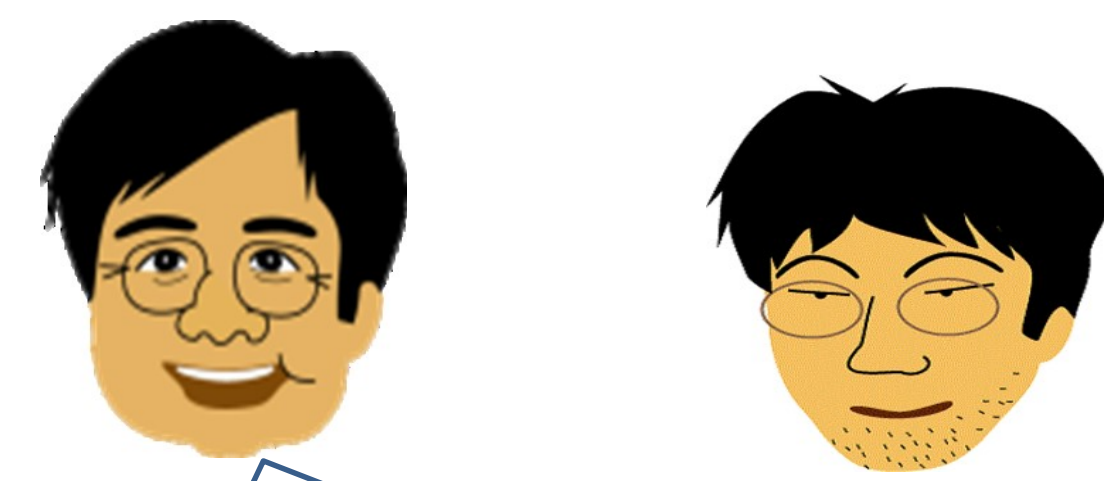




SMILEで切り拓く！ガンマ線天文学

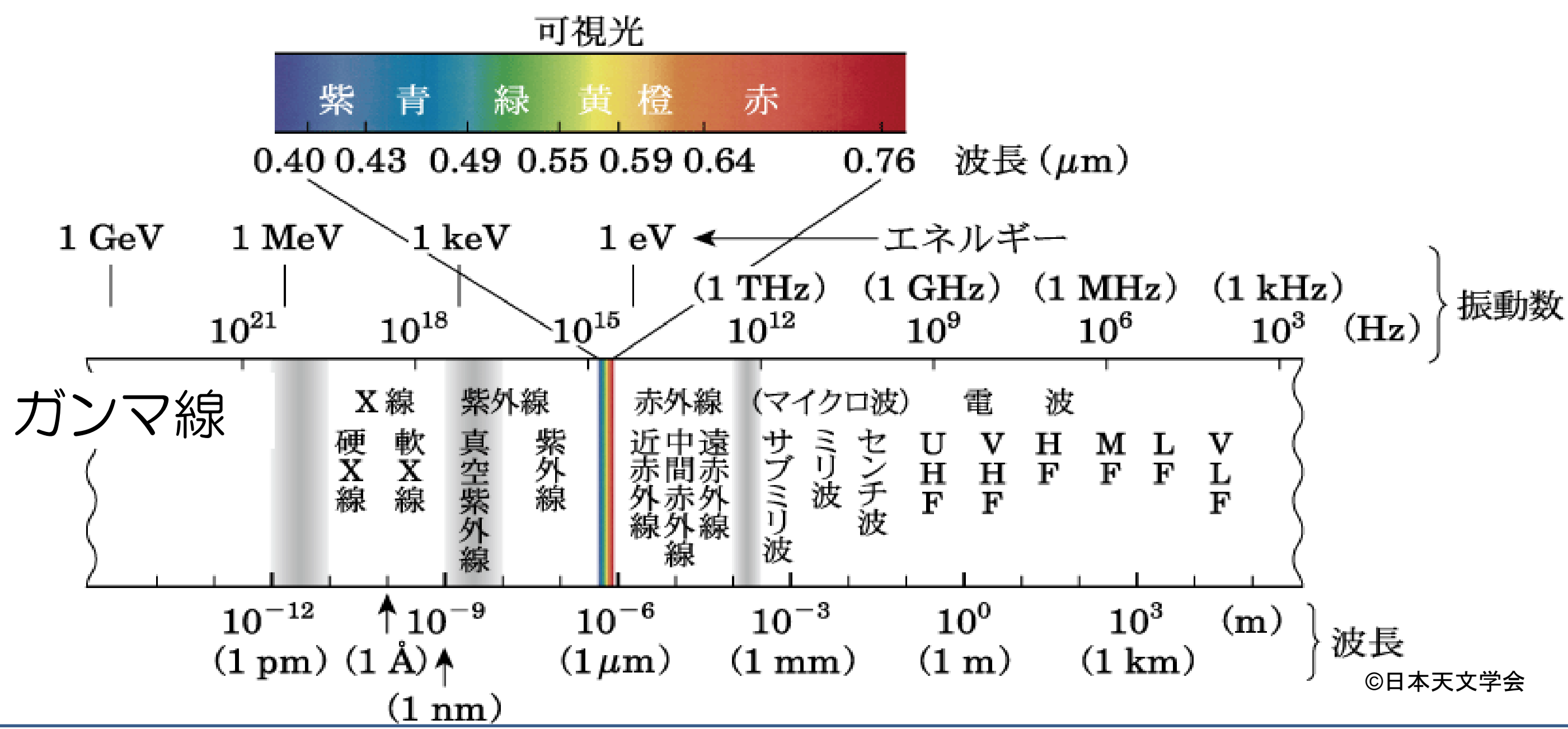
教授 谷森 達 助教 高田 淳史

京都大学宇宙線研究室MeV γ 線グループではMeV γ 線の観測によって宇宙における高エネルギー現象を解き明かすことを目的に活動しています。そのために独自の検出器を開発しており、 μ -PIC(Micro Pixel Chamber)という高位置分解能を実現する検出器を使って気球観測実験を行っています。また μ -PICの性能を医療や環境ガンマ線測定など宇宙以外の分野に応用した研究も進めています。



ガンマ線ってなんですか？

目に見える光(可視光)の100万倍以上のエネルギーをもった光です



SMILE (MeV γ 線気球観測実験)

Sub-MeV γ -ray Imaging Loaded-on-balloon Experiment
目指すは、衛星によるMeV領域の全天観測！
独自のガンマ線カメラを開発。気球を用いてその能力を宇宙で実証。
着実に実績を重ね、この春SMILE-2+が成功！
実験は機器開発段階から未知のサイエンスへの大きな転換点をむかえている。

気球は衛星に比べ低コスト
短いスパンで開発できて、
院生にとっても教育的

SMILE-I @ 三陸 (Sep. 1st 2006) 10 cm角, Xe+Ar 1気圧 \Rightarrow 気球高度において安定に動作
気球高度におけるETCCの動作試験
他の観測と矛盾のないスペクトル
宇宙拡散・大気ガンマ線の観測 (0.1 ~ 1 MeV) A. Takada+, ApJ, 2011

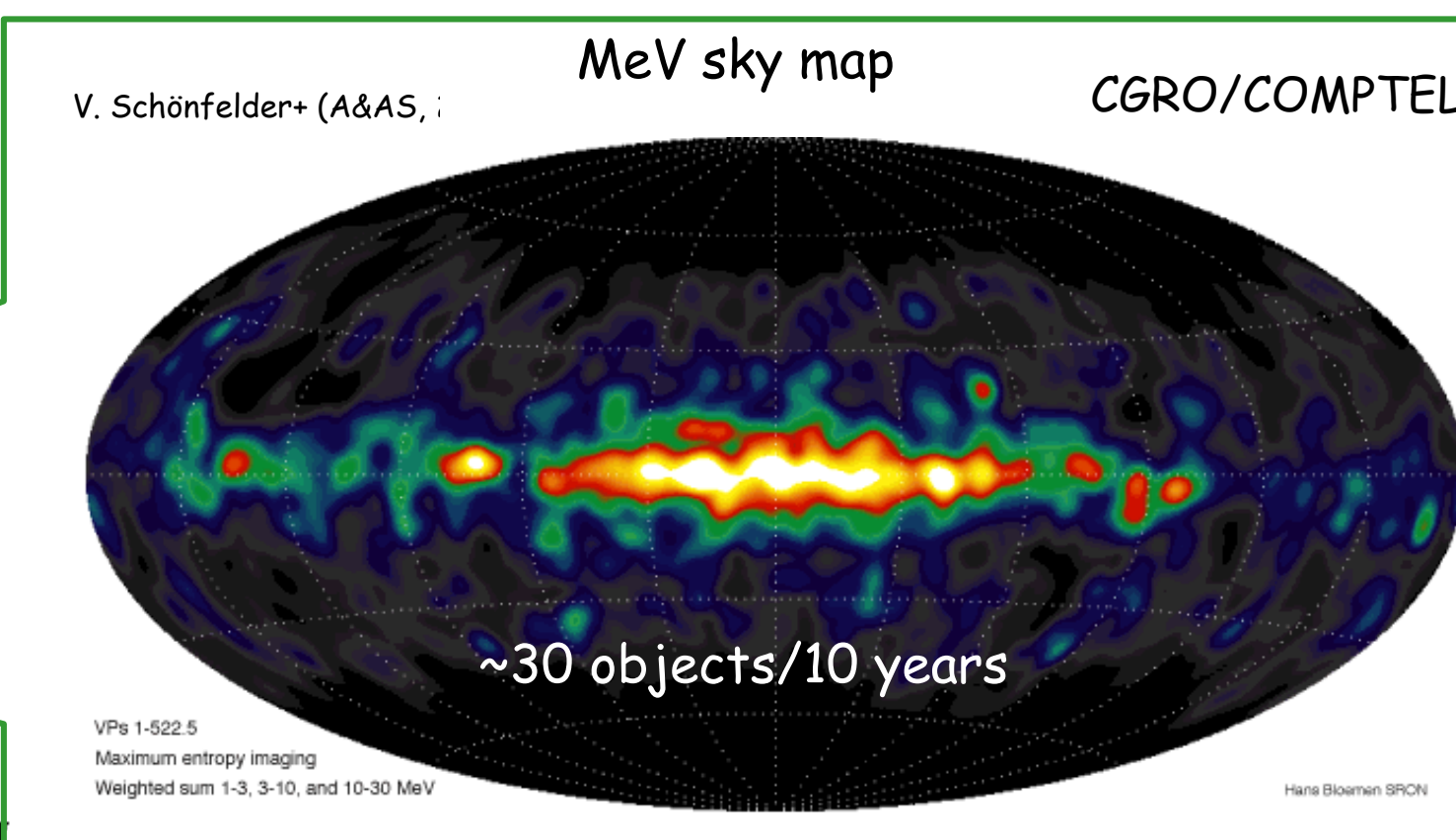
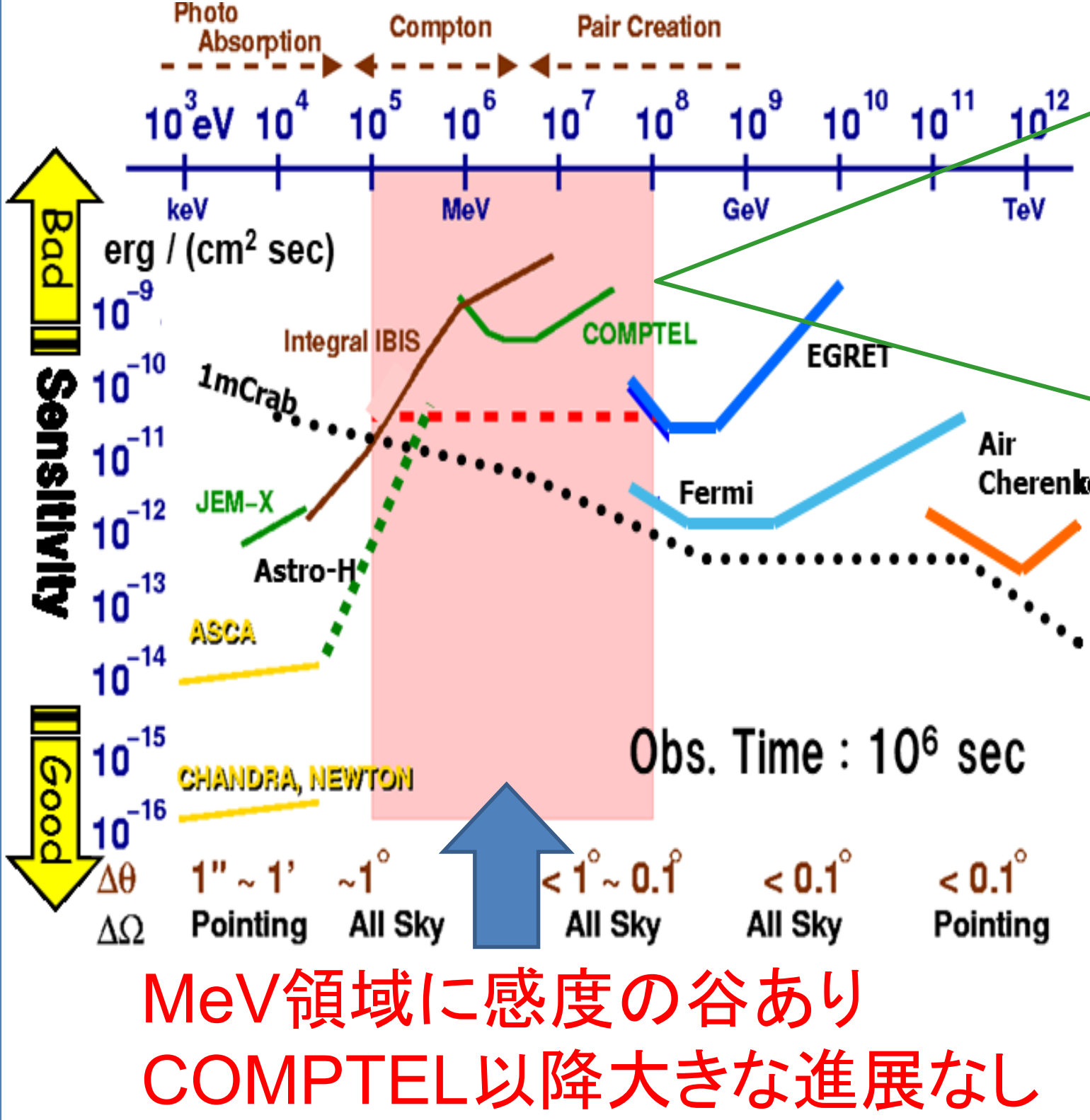
30 cm立方体ETCC試験機 30 cm角, Ar 1気圧 T. Tanimori+, ApJ, 2015
地上試験 \Rightarrow 有効面積: $\sim 1 \text{ cm}^2$ @ $< 300 \text{ keV}$ ARM: 5.3度 SPD: ~ 100 度 @ 662 keV
 \Rightarrow PSF: ~ 15 度 @ 662 keV

SMILE-2+ @ Australia (Apr. 2018) 30 cm角, Ar 2気圧
明るい天体の観測によるイメージングの実証 (target: 銀河中心領域の511 keV, かに星雲)
目標 有効面積: \sim 数 cm^2 @ $< 300 \text{ keV}$ PSF: ~ 10 度 @ 662 keV

SMILE-III 30 cm角, CF₄ 3気圧
長時間気球を用いた科学観測
目標 有効面積: $\sim 10 \text{ cm}^2$ @ $< 300 \text{ keV}$ PSF: < 5 度 @ 662 keV

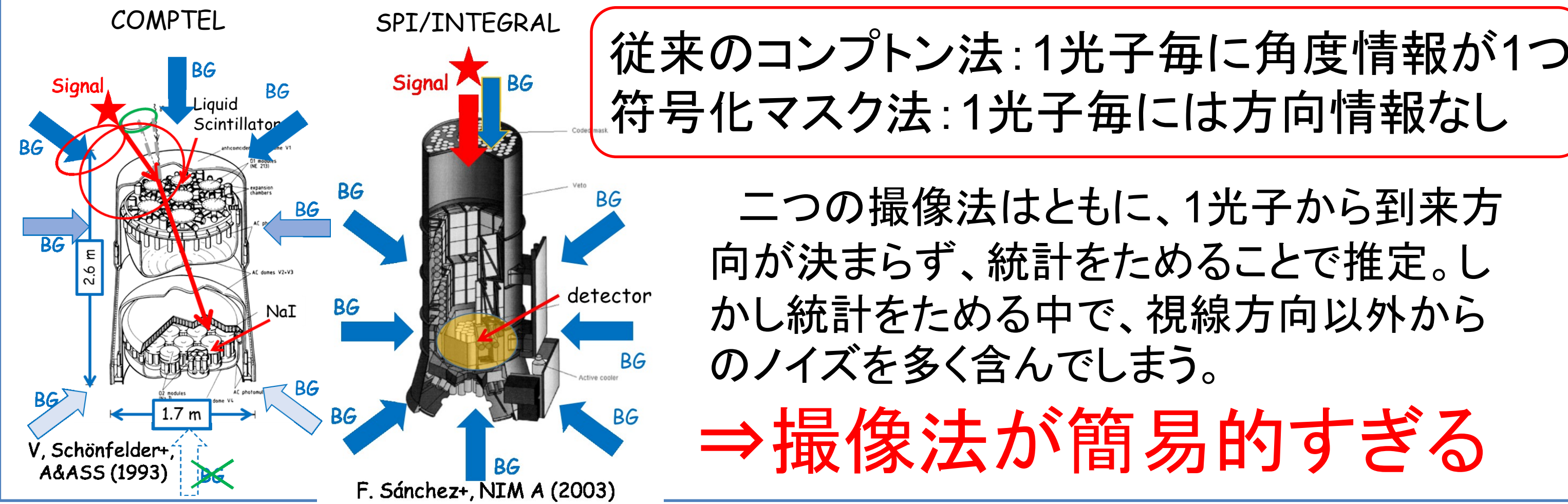
衛星による全天観測 50 cm角, CF₄ 3気圧
目標 有効面積: \sim 数百 cm^2 @ $< 300 \text{ keV}$ PSF: < 2 度 @ 662 keV

難航するMeV線の画像化



MeV線観測の難点
紫外線やX線に比べ光子数が少ない
電波や可視光、X線と違い集光が難しい
物質との相互作用はコンプトン散乱が優位
宇宙線と大気、観測機器との相互作用で生じる γ 線などの雑音が多い
透過力が強く、遮蔽による雑音除去が困難
 \Rightarrow 高いノイズ除去能力が必要

従来のMeV線のイメージング(=光子の到来方向の2つの角度情報の決定)

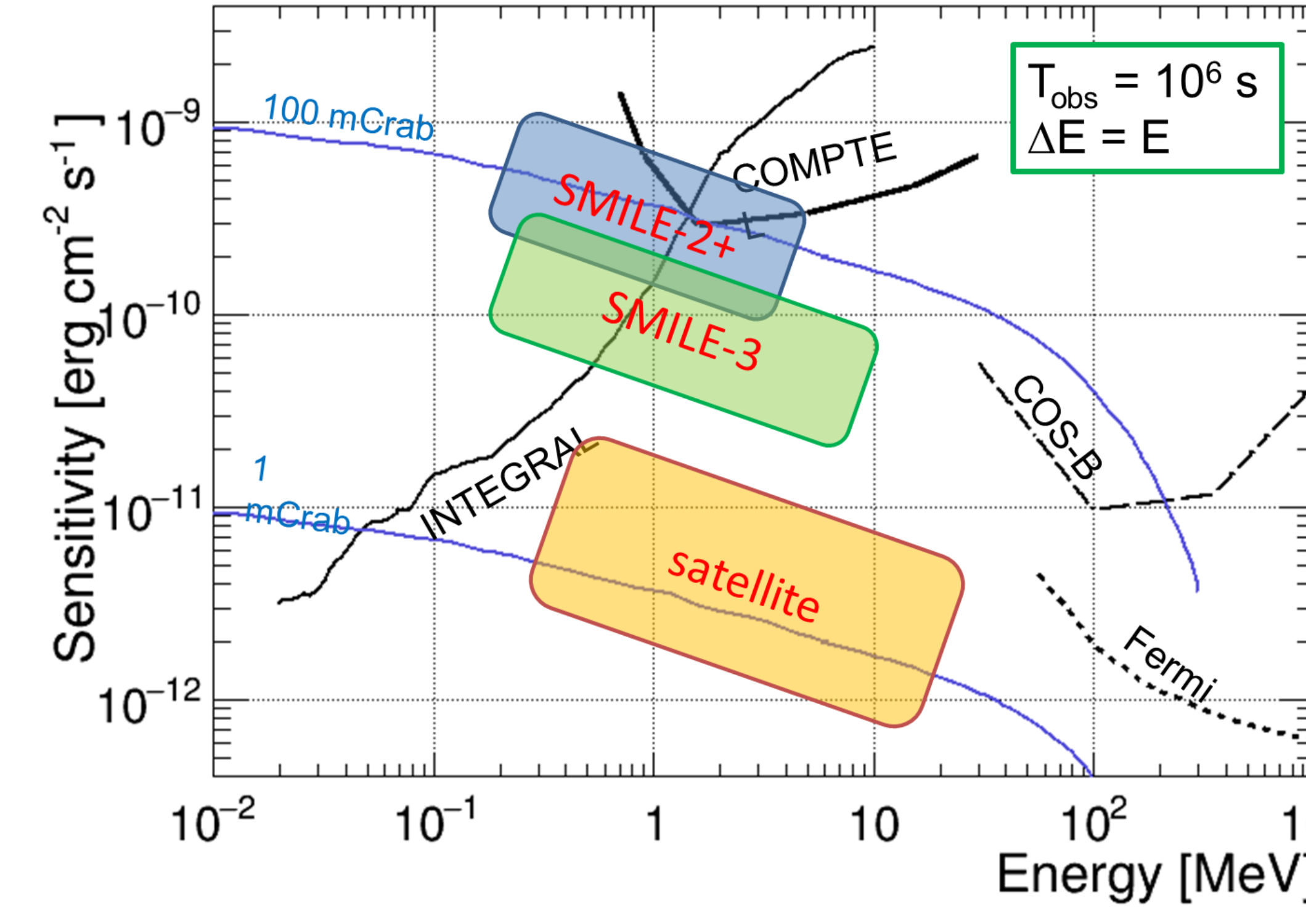


2018年春、SMILE-2+を放球

- 26時間の水平浮遊に成功
 - 機体を無事回収
 - 現在解析中
- \Rightarrow ETCCの天体観測能力を証明へ

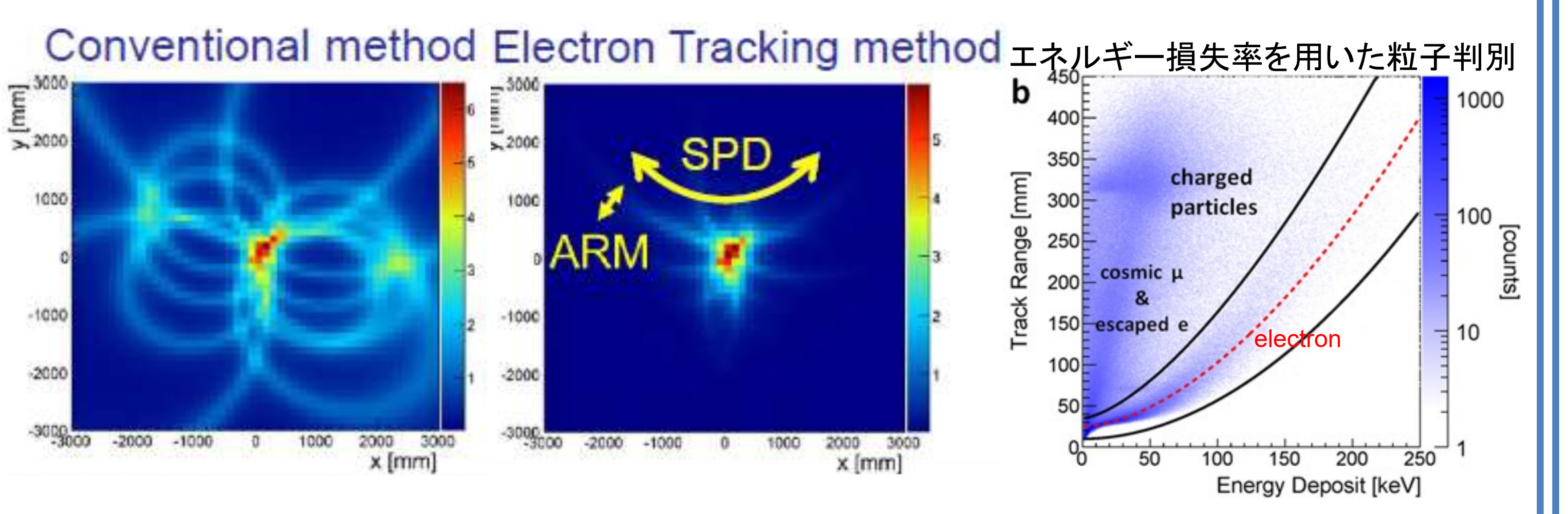
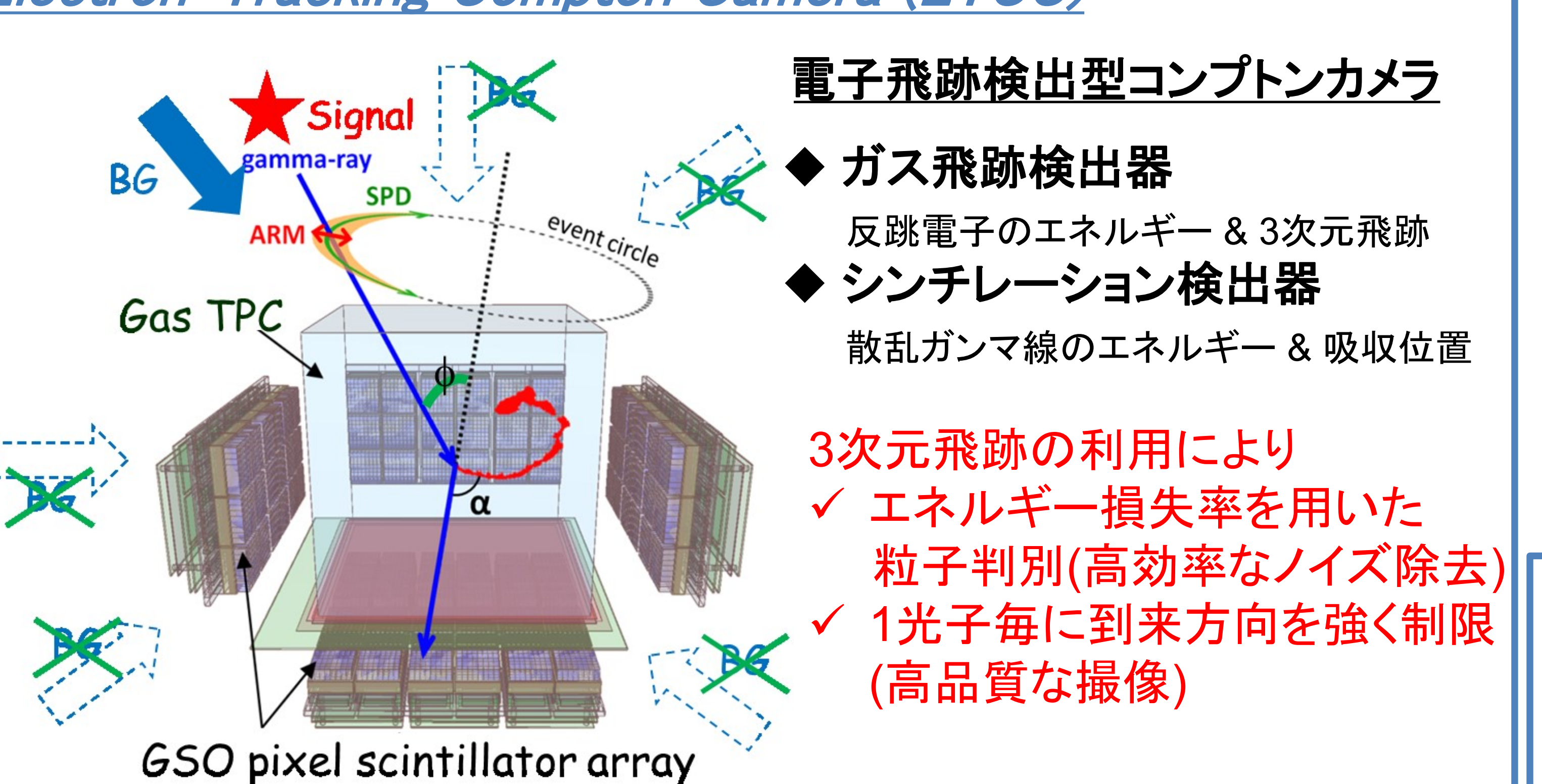


次期計画



- SMILE-I: 気球高度でBG除去・ガンマ線観測を実証
SMILE-2+: ガンマ線到来方向を得て天体観測を実証
次回は科学観測!
SMILE-3: 有効面積 $\sim 10 \text{ cm}^2$, PSF 5~10°
2021年度豪州1日気球実験
電波銀河Cen Aの観測, ²⁶Alの観測
電子陽電子対消滅線の銀河面分布観測
Fort. Sumner 1日実験
Cyg X-1/かに星雲の偏光観測
南半球周回圧力気球実験
GRB観測, ²⁶Alの銀河面分布観測
背景放射の非一様性探査, 新天体探査

Electron-Tracking Compton Camera (ETCC)



開発要素

MPPC光読み出しを用いた高エネルギー分解能化
トリガー最適化による不感時間の削減
http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/research/MeV-gamma/index.html

SMILE-2+の10倍の検出感度を実現し
長時間気球でMeVガンマ線の天文学を拓く!!

狙うは人類未知のガンマ線天体

- MeVガンマ線で輝く宇宙
- 元素合成
超新星残骸: 元素合成のプロセスの解明
銀河面: 元素拡散のトレース
 - 粒子加速
活動銀河核、ガンマ線バースト: 放射機構の解明
超新星残骸: 宇宙線加速源の探査
 - 強い重力場
ブラックホール: 強い重力場の存在証明
 - 遠方宇宙
活動銀河核: 銀河の進化の制限
ガンマ線バースト: 宇宙初期の星生成

