

MeVガンマ線観測気球実験SMILE-2+におけるかに星雲・系外ガンマ線背景放射の観測

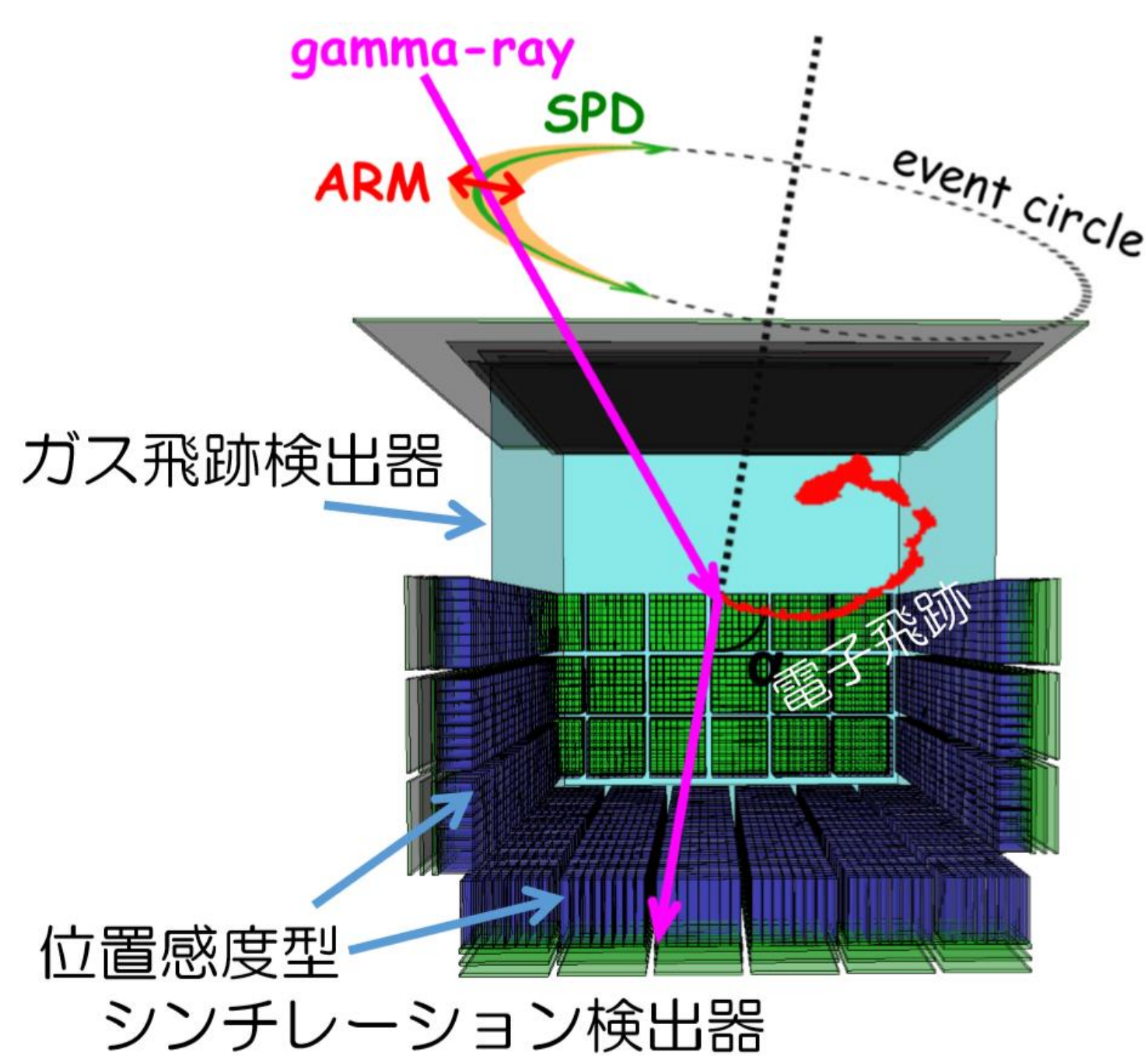
阿部光、谷森達、高田淳史、水村好貴、竹村泰斗、吉川慶、中村 優太、古村翔太郎、岸本哲朗、谷口幹幸、小野坂健、斎藤要、黒澤俊介¹、身内賢太郎²、澤野達哉³、濱口健二⁴、窪秀利、小財正義⁵、莊司泰弘⁶
京都大学、東北大学¹、神戸大学²、金沢大学³、メリーランド大学⁴、ISAS/JAXA⁵、大阪大学⁶

1. MeVガンマ線天文学

- ◆ 元素合成
超新星残骸：元素合成のプロセスの解明
銀河面(²⁶Al, ⁶⁰Fe)：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
(π^0 -decay or 逆コンプトン散乱)
- ◆ 遠方宇宙
活動銀河核：銀河の進化への制限
ガンマ線バースト：宇宙初期の星生成

重要な物理が期待されるものの
角度分解能が悪く、雑音除去が難しく、
感度が低いまま、進展がない

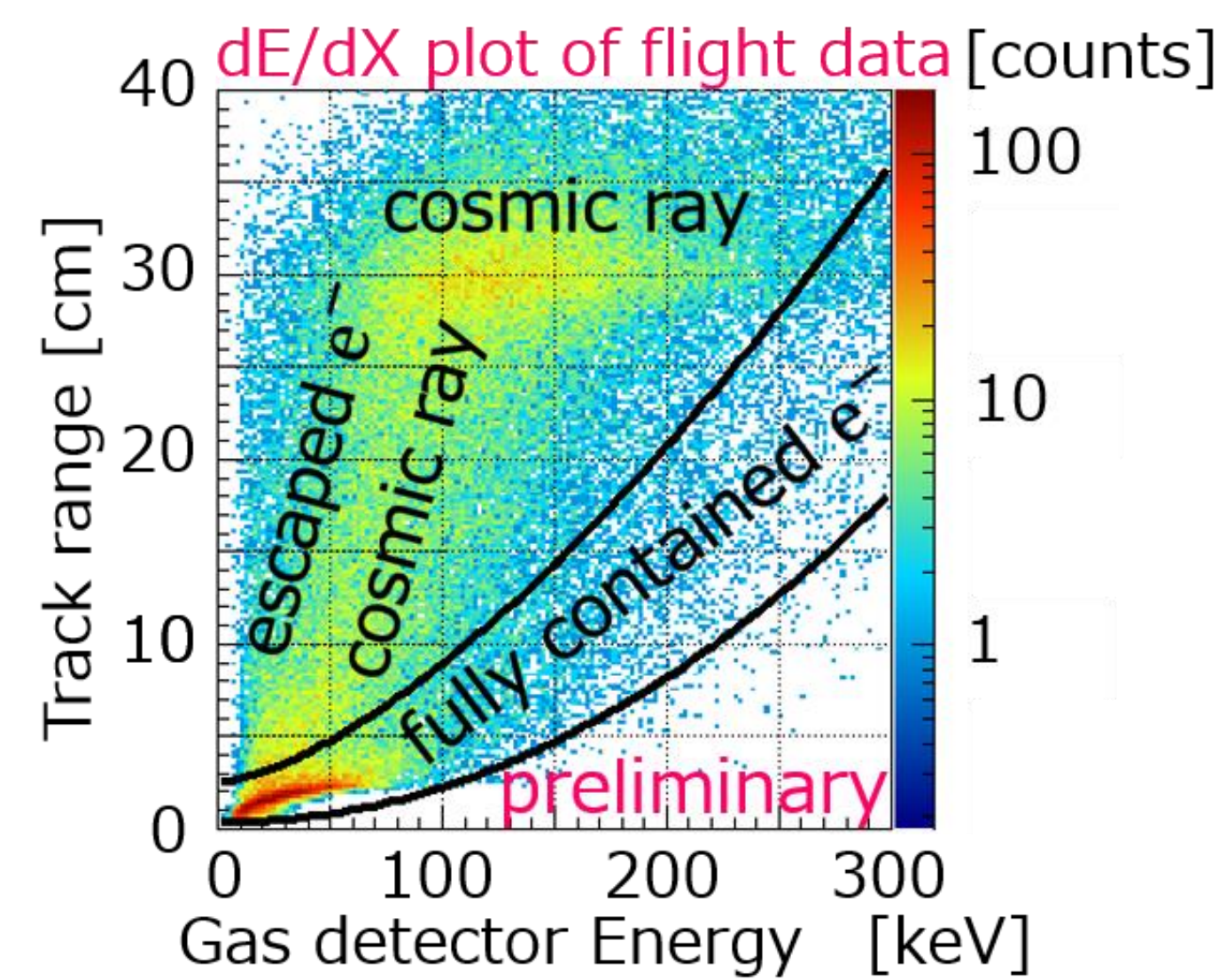
2. 電子飛跡検出型コンプトンカメラ ETCC



コンプトン散乱を利用した望遠鏡
2種類の検出器で構成

- ・ガス飛跡検出器
反跳電子 エネルギーと方向を測定
(従来法では方向を取得できない)
- ・位置有感シンチレーション検出器
散乱ガンマ線 エネルギーと吸収点を測定

→コンプトン散乱の全物理量取得
ができるので、従来法ではできな
かった、一事象ごとのガンマ線の
到来方向の決定ができる。



ガンマ線事象以外の雑音除去

- ①ガス飛跡検出器で荷電粒子のエネルギー損失率を測定し、粒子識別。
再構成できる事象のみを選別できる。
- ②反跳電子の方向情報を用いた
コンプトン運動学テスト
→ コンプトン散乱事象のみを選出

3. SMILE-2+実験

Sub-MeV/MeV gamma-ray Imaging Loaded-on-balloon Experiments

SMILEは、ETCCを気球に搭載して、原理実証から科学観測まで段階的に行う実験である。ここでは、2018年4月に行ったSMILE-2+実験について述べる。SMILE全体や将来計画の詳細はポスターp-2.35

◆ SMILE-2+

目的：明るい天体の観測によるイメージングの実証

観測天体：銀河中心領域からの電子・陽電子対消滅線、かに星雲

放球場所：オーストラリア・アリススプリングス

観測条件と検出器性能：

- ・高度：～39 km (残留大気量 ～3.5 g/cm²)
- ・Half Power Radius：20-30°
- ・エネルギー範囲：0.3 – 5 MeV
- ・有効面積：～1 cm²
- ・観測時間 銀河中心領域 ～8時間
かに星雲 ～5時間



JAXA気球グループ運用



水平飛翔 26時間
～100 m
望遠鏡装置

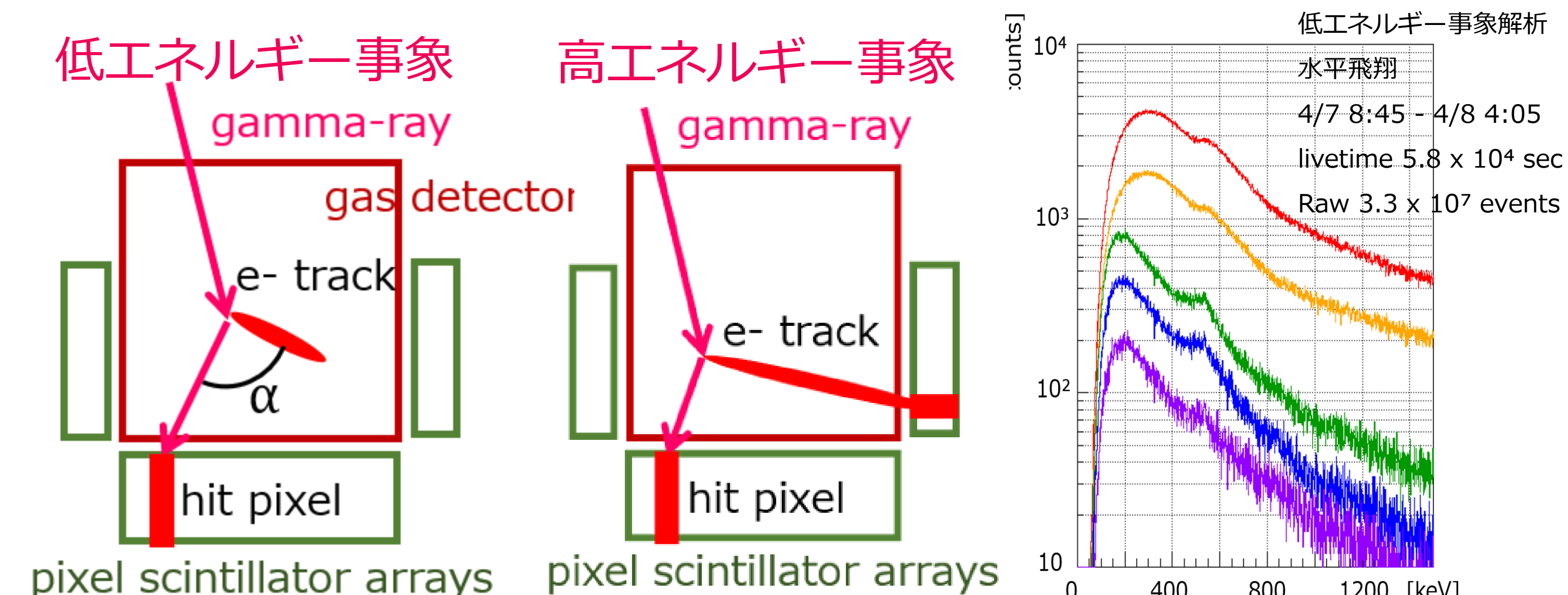


4/9 装置の回収

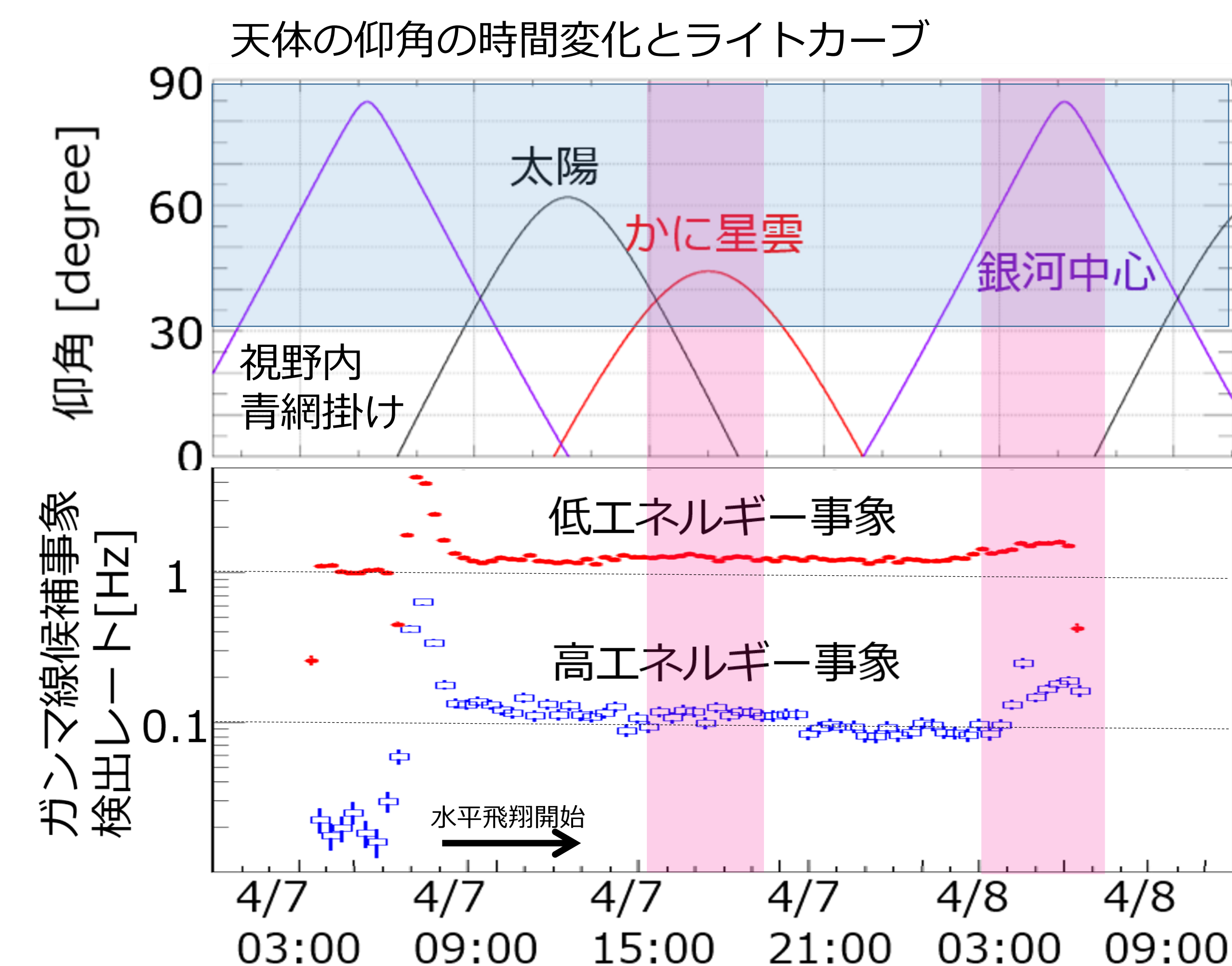
計画通り、高度で、時間帯で水平飛翔し、
かに星雲～5時間、銀河中心領域～8時間の観測に成功！！

4. ガンマ線事象の選別とライトカーブ

ETCCで検出できるガンマ線事象は2種類あり、独立な事象群である。
低エネルギー事象：シンチ1ヒット かつ 有感領域内に収まる電子飛跡1つ
高エネルギー事象：シンチ2ヒット かつ 有感領域外にはみ出る電子飛跡1つ



ETCCが持つ雑音除去能力のおかげで、
信号に対して、～100倍の雑音事象を除去



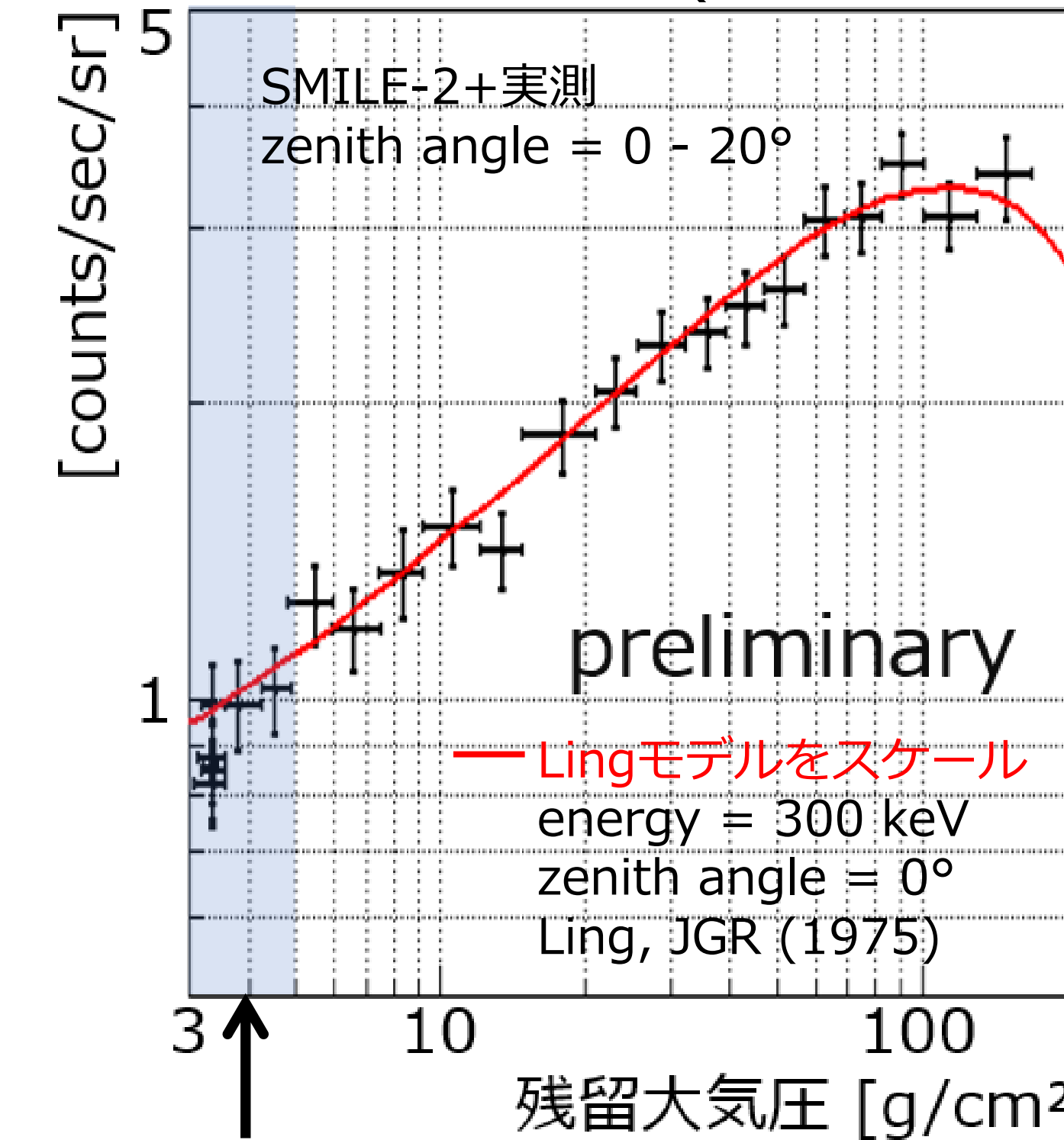
独立な事象群で同時に、銀河中心領域と同期した時間帯に超過を確認！！

5. 系外ガンマ線背景放射の解析

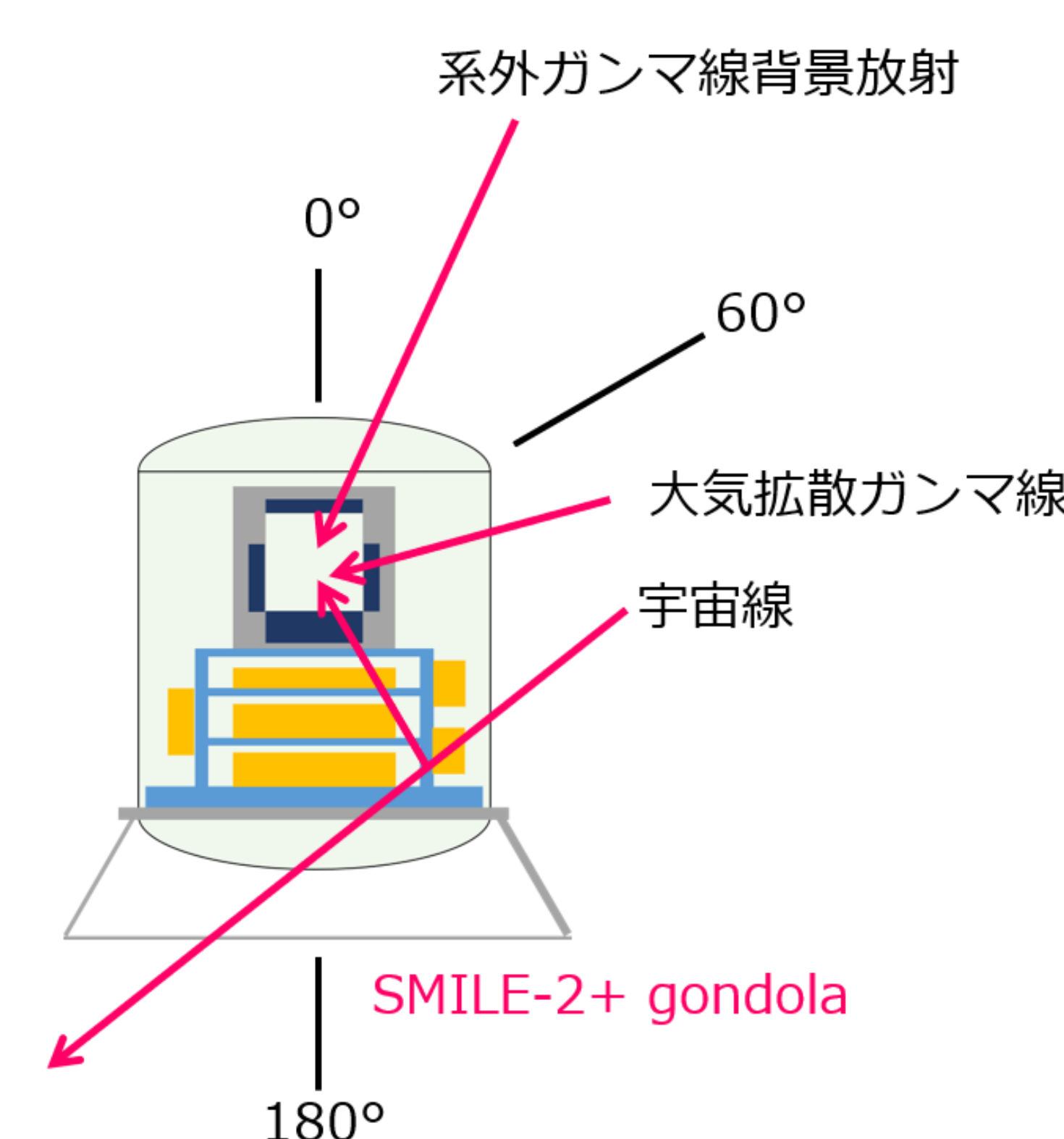
今回の観測で登場する成分

- ・系外ガンマ線背景放射 (残留大気圧～3 g/cm²で天頂方向では最も多い成分)
- ・大気拡散ガンマ線 (天頂角60°以上で支配的)
- ・検出器と宇宙線との相互作用由来のガンマ線
- ・宇宙線をガンマ線と誤検出するなど雑音事象 (他の観測では～100倍、SMILEは除去可能)
- ・時間帯によって+系内拡散ガンマ線、かに星雲

低エネルギー事象レートの
残留大気圧依存性(Growth Curve)



系外ガンマ線背景放射の成分が最も多い。



現在、検出器と宇宙線との相互作用由来のガンマ線と、宇宙線をガンマ線と誤検出するなど雑音事象を、モンテカルロシミュレーションGeant4にて算出中。これらを観測量から差し引くことで求める。