# 新手法を用いた宇宙ラインガンマ線用コンプトンカメラの基礎開発

### 2014年12月4日 平成26年度共同利用研究成果発表会 @東大宇宙線研 茨城大学 片桐 秀明

# はじめに

福島第一原発事故に起因する放射能を可 視化する安価で高感度なコンプトンカメ ラ「ァI(ガンマアイ)」を開発した。

目的:

この技術を宇宙線測定に利用できない か、検討する。

計算機を利用させて頂きまして、ありが とうございました。

## γI(ガンマアイ)開発の背景

 環境省の基準
 「長期的な目標として 追加被ばく線量が年間 1ミリシーベルト以下 となること」
 1mSv/年~ 0.23 µSv/h



http://ramap.jaea.go.jp/map/

除染を行うべき範囲は関東・東北の一円と広大 => 除染作業の効率化が不可欠 か射能分布の可視化

サーベイメーターは"点"

ガンマ線の到来方向が分かるとよい

列来方向の分かる検出器

様々な検出器が開発されているしかし、数1000万と高額、さらに感度が低い

安価で高検出効率のガンマ線到来方向のわかる測 定器「ガンマアイ(ァ)」を東大、北里大、 KEK、企業と共同開発 => 普及品として自治体などで広く使ってもらう

## 測定原理



角度分解能 $\sigma_{\theta}$ 結晶サイズ(3.5cm角)、 配置(1・2層距離35cm)  $\Rightarrow \sigma_{\theta} \sim 3.5^{\circ}$ (イメージフィルター後)

価格との性能のトレードオフで決定



## 検出器の各コンポーネント







#### 高度4mからの撮影の様子







- (SEDでは) < 1GeVにカットオフ</p>
- ■検出・識別は一般には非常に難しい(上記は唯一の例)。
  - 電子制動放射や逆コンプトン(着目天体だけでなく 銀河内の伝播電子も含む)
  - Fermi-LAT 角度分解能 ~7度@70MeV 有効面積も小さくなる(< 0.2m<sup>2</sup>)

## 原子核の脱励起で生成される ラインガンマ線(sub-MeV~<10MeV)



主に宇宙線p, αのspallation
 ⇒励起した原子核(<sup>12</sup>Cなど)

< 100MeVの低エネルギー宇 宙線が寄与 =>  $\pi^{\circ-likeなスペクトルを持つ$ 「高エネルギーガンマ線源」の加速粒子種の特定

(精度よく測れれば)低エネル ギー宇宙線スペクトルやターゲ ット物質の状態を制限

## NASAのCGRO衛星 **COMPTEL**検出器 検出感度

## 1990年代



# COMPTELの観測・理論計算

 <sup>22</sup>Naからの1.275MeV => 元素合成起源の核ガンマで はなく、低エネルギー宇宙線の励起?(lyudin et al. 2005)



- 他のライン(例: <sup>12</sup>Cの4.4MeVなど)が検出できず、はっきりしない
- SNR Cas Aに対する理論計算(Summa et al. 2011)
   COMPTELでは検出感度限界レベル



COMPTELは広帯域0.8-30MeVのobservatory

 ~1層目をlow-Zの液体有機シンチレータ
 > エネルギー分解能悪い(特に低エネルギーでは角度分解能が 劣化 => 角度分解能悪化 => 点源に対する感度も悪化)

■ 宇宙線に最適化する余地あり

O.5MeV ~5MeV?のラインガンマ線 <-> Astro-H(<600keV)</li>

■ 低エネルギー側 対消滅ライン511keVまで

■ 高エネルギー側 <sup>12</sup>Cの4.4MeVラインまで?

気球でできないか?

まとめ

福島第一原発事故に起因する放射能を可 視化する安価で高感度なコンプトンカメ ラ「ァ」(ガンマアイ)」を開発した。 ガンマアイの開発経験を生かして、この 技術を宇宙線測定に利用できないか、検 討している。 ■検出感度や現実的な制限(重量、価格な ど)を踏まえつつ、結晶種類、構造など の設計を検討中。