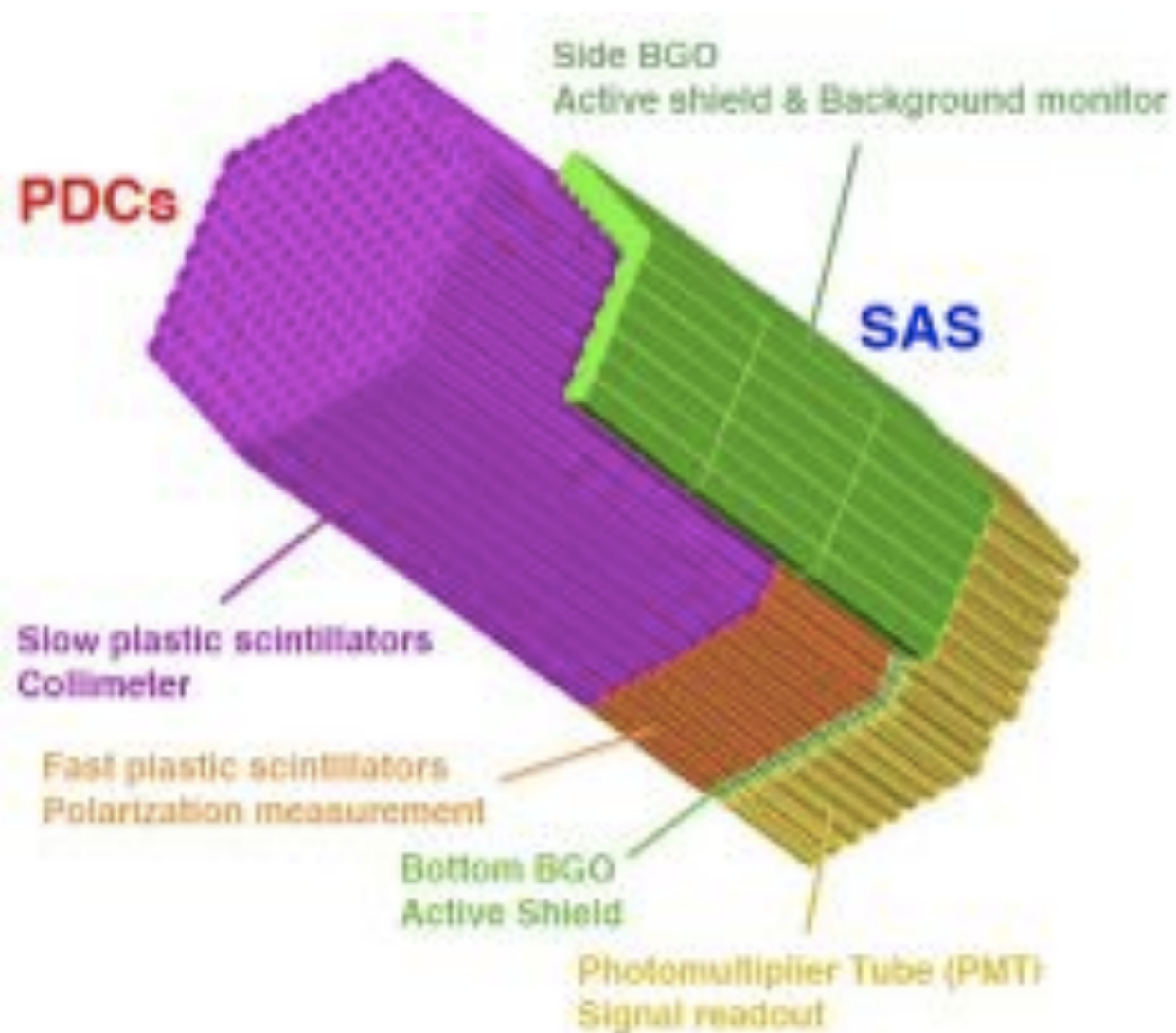


PoGO Lite 気球実験

Polarized Gamma-ray Observer (PoGO Lite)



2012/08/02

広島大学M1 河野貴文

目次

1. 偏光で何がわかるか
2. これまでのX線偏光の成果
3. PoGOLite気球実験概要(現在待機中)
4. 地上での性能確認実験
5. まとめ

introduction

天体を観測する4つの方法

- 測光(強度を測定)
- 分光(エネルギースペクトルを得る)
- 撮像(イメージを取得)
- 偏光(電場・磁場の偏りを測定)

PoGO Liteでは硬X線帯域での偏光観測を
狙っている

偏光観測で分かること

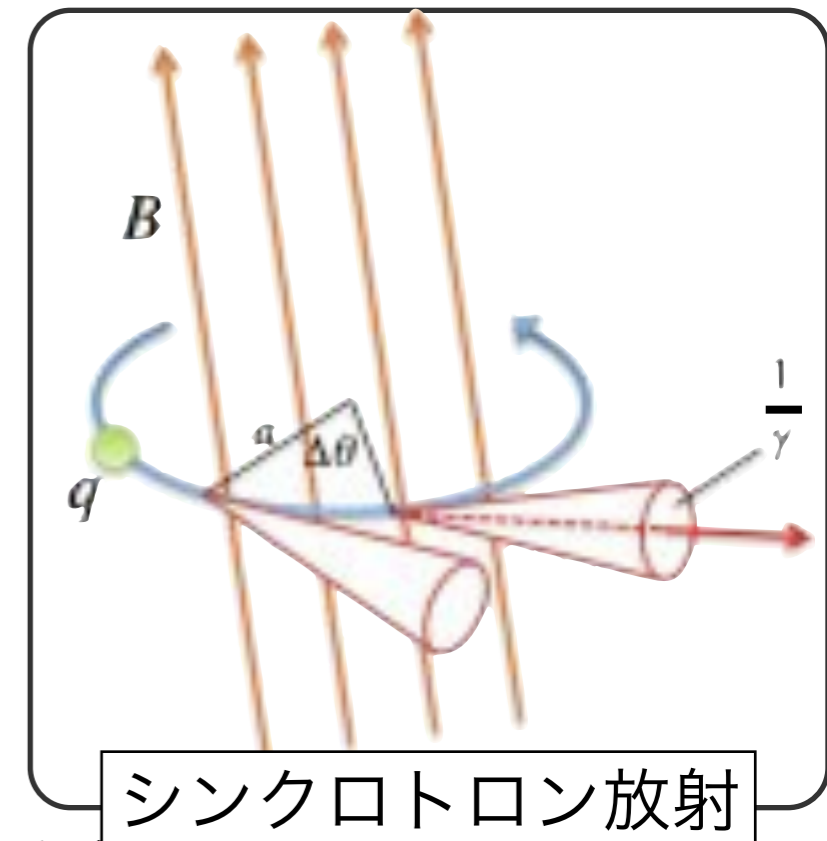


偏光度 = 偏光している度合い
→ 電場がどれだけ揃っているか
偏光方位角 = 偏光の向き
→ 平均した電場の向き

かに星雲: シンクロトロン放射 (X線)

偏光度 \Rightarrow 磁場の整列度

偏光方位角 \Rightarrow 磁場の向き



高エネルギー電子ほど寿命が短い (シンクロトロン放射)

\Rightarrow 局所的な磁場が分かる

CrabのX線偏光観測の現状

	OSO-8(1976-78) X線		INTEGRAL(2002~)	
			SPI 軟γ線	IBIS
エネルギー(keV)	2.6	5.2	100-1000	200-800
偏光度(%)	19.2±1.0	19.5±2.8	46±10	~88
偏光方位角	156.4±1.4	152.6±4.0	123±11	~122

偏光X線観測は数例しかなくエネルギー帯に大きなギャップがある

新たなバンドで観測することに大きな意味がある

[Pulsarの自転軸(jet)方向]= $124^{\circ} \pm 0.1^{\circ}$

10 keV ~ 100 keV を
高精度で測りたい！！

現在までのX線~ γ 線偏光観測結果まとめ

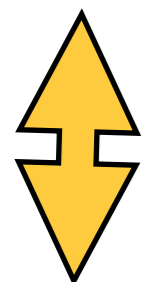
X線

2.6keV/5.2keV

偏光方位角： $\sim 150^\circ$

偏光度：(比較的)低い

\Rightarrow 広い範囲



大きなギャップ

100keV-1000keV

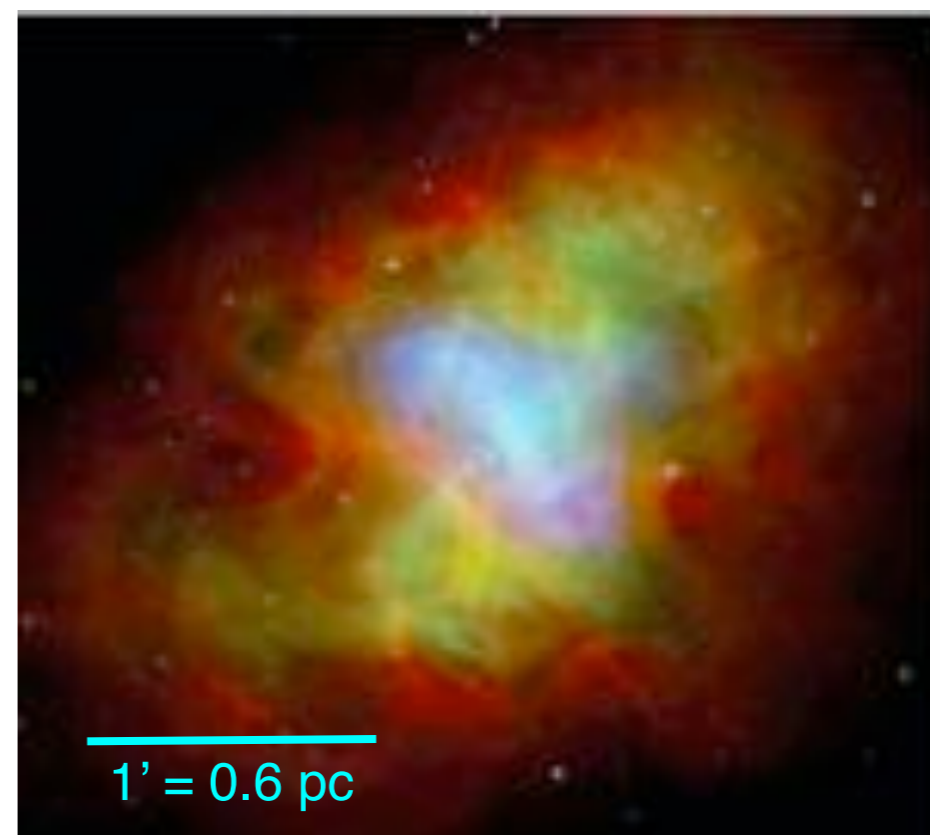
偏光方位角： \sim jet方向

偏光度：高い

(ただし、誤差が大きい)

\Rightarrow 狭い範囲

軟 γ 線



赤：電波
緑：可視光
青：X線

偏光観測には多くの光子が必要

(エネルギーが高いほど光子は少ない)

短期間で達成できる

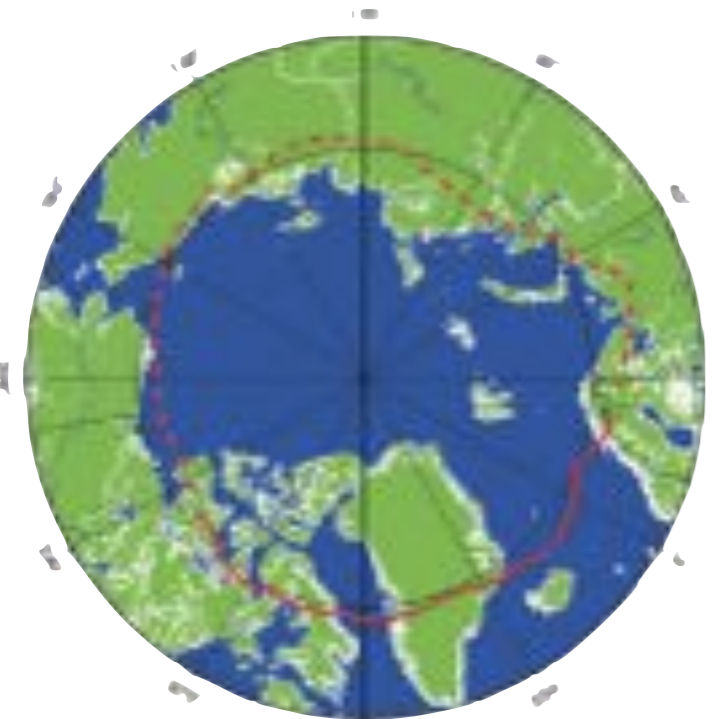
精度の良い検出器が必要となる！

\Rightarrow 大有効面積&バックグラウンド除去
が大事

PoGO Liteの概要



PoGO Lite気球



PoGO Liteの軌道予定

- 気球による硬X線(25-80 keV)偏光を狙ったミッション
- 今までの観測(-5.2 keV, 100 keV-)の間を現在世界最高の感度で観測
- 観測天体：Crab、Cyg X-1
- フライト期間：5日間(カナダまで)or2週間(北極圏周回)
- 高度：41~42km
- 気球のメリット：衛星での観測に比べ、コストが安い・開発までの期間も短い
- SpaceWire（衛星搭載機器間の通信インターフェイスの世界統一規格）の実証試験

PoGOLiteの位置づけ

近々打ち上げ予定の偏光に感度を持ったミッション

- ASTRO-H衛星搭載SGD(2014年度) 80~300 keV
- GEMS計画(2014年~) 2~10 keV

★PoGOLite 25~80 keV

PoGOLite over view



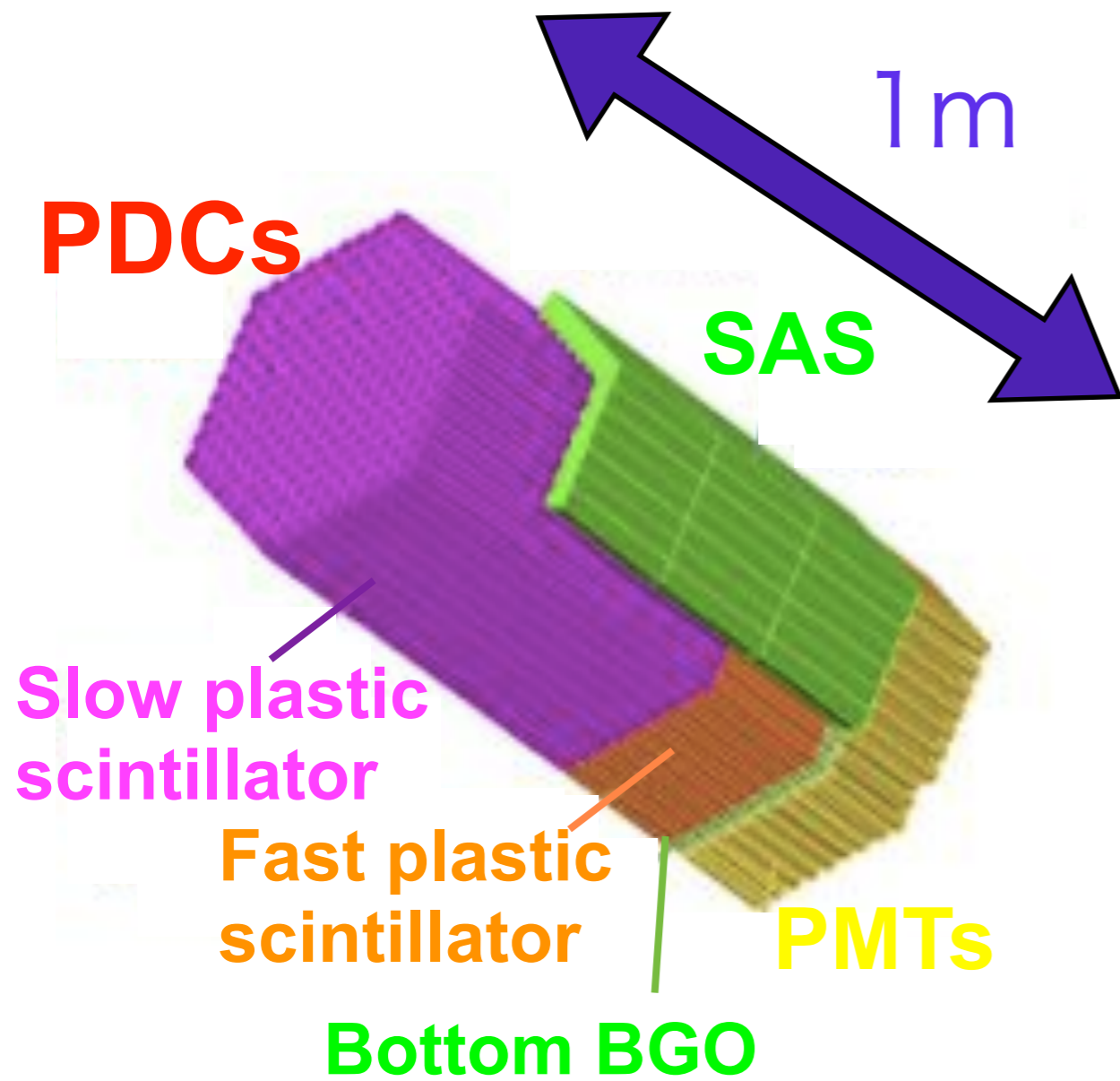
PoGOLite 参加機関

- Sweden: KTH, Univ of Stockholm
- Japan : 広島大, 早稲田大, 名古屋大,
東工大, JAXA, 山形大
- US : Stanford/SLAC,

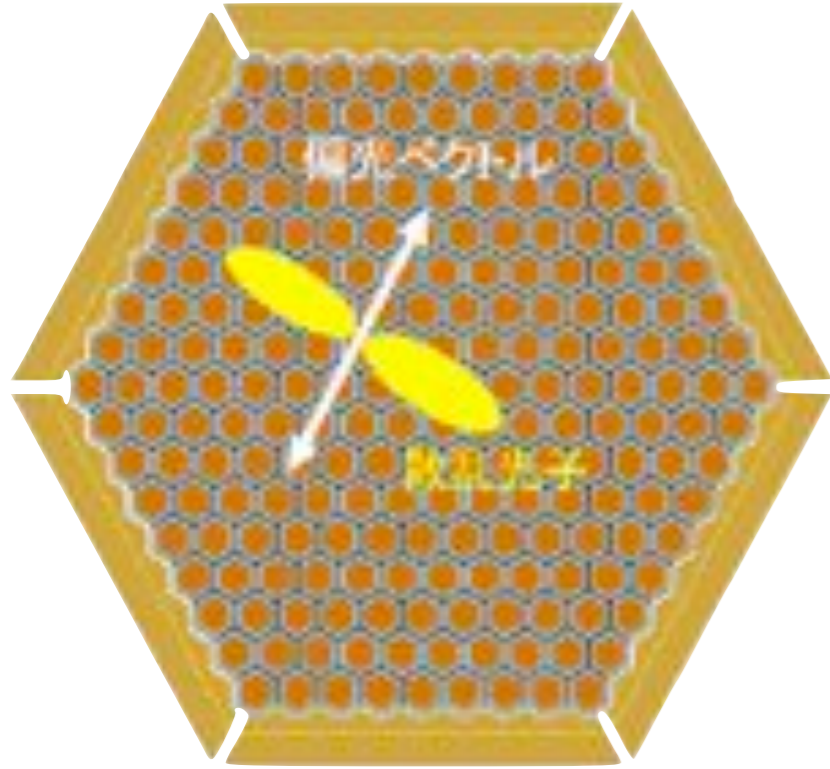
※ KTH Kungliga Tekniska högskolan(Swedish)

Royal Institute of Technology(English)

PoGOLite主検出器



PoGOLite による偏光測定

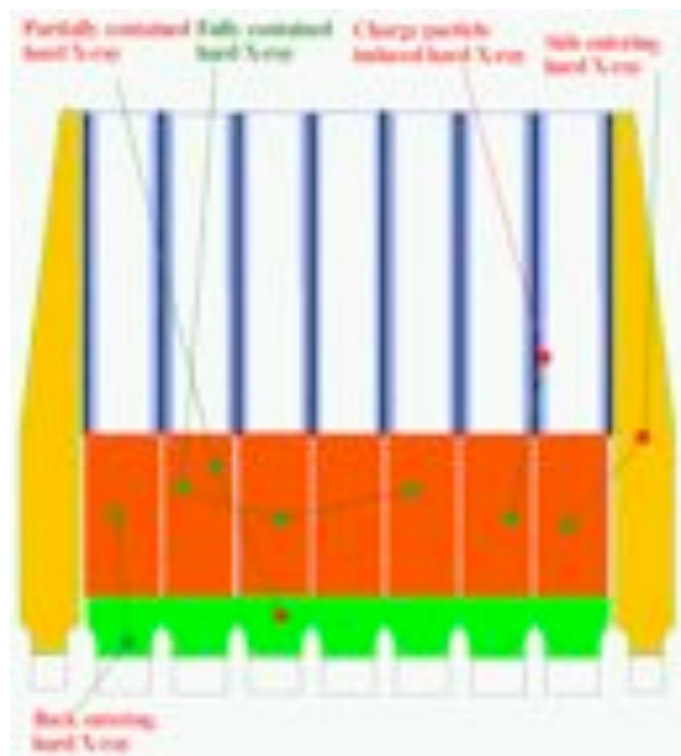


PoGOLite 検出器による偏光測定のご概念

1. 入射X線光子はPDC内の主検出部でコンプトン散乱を起す
2. 散乱光がその周囲の別のPDCユニットで光電吸収or再度コンプトン散乱を起こす
3. 反応したユニットに落としたエネルギーを測定し、コンプトン散乱イベントを追跡し、散乱方向を測定することができる。
(偏光方位角と直交方向に多くのイベントが検出される)

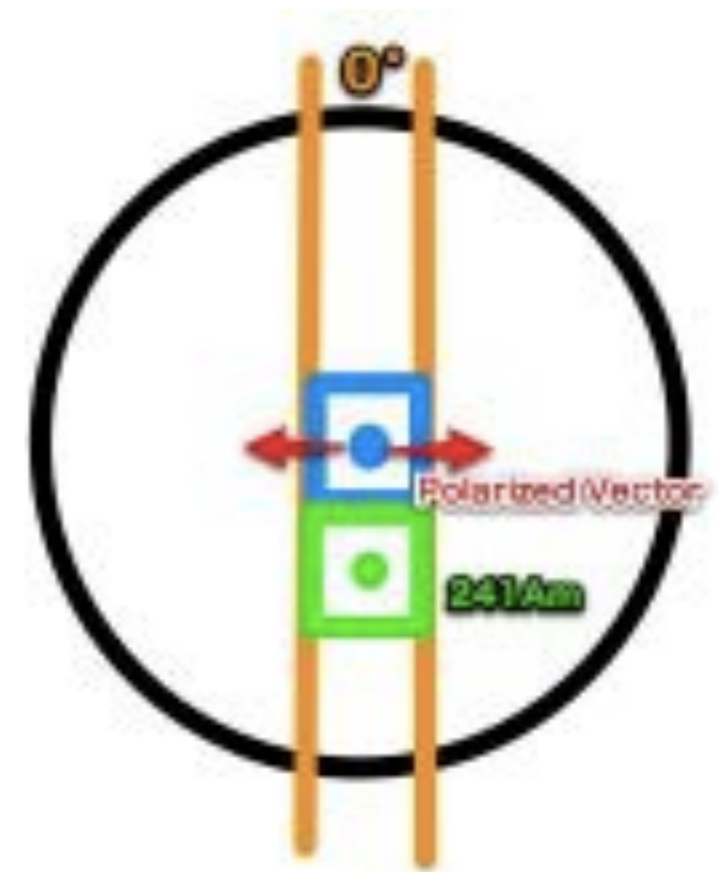
⇒コンプトン散乱を検出し、その散乱角の異方性から偏光を検出

検出器自身の系統誤差、大気中性子フラックスの異方性をキャンセルするため、観測中は検出器が5~15分で回転する。

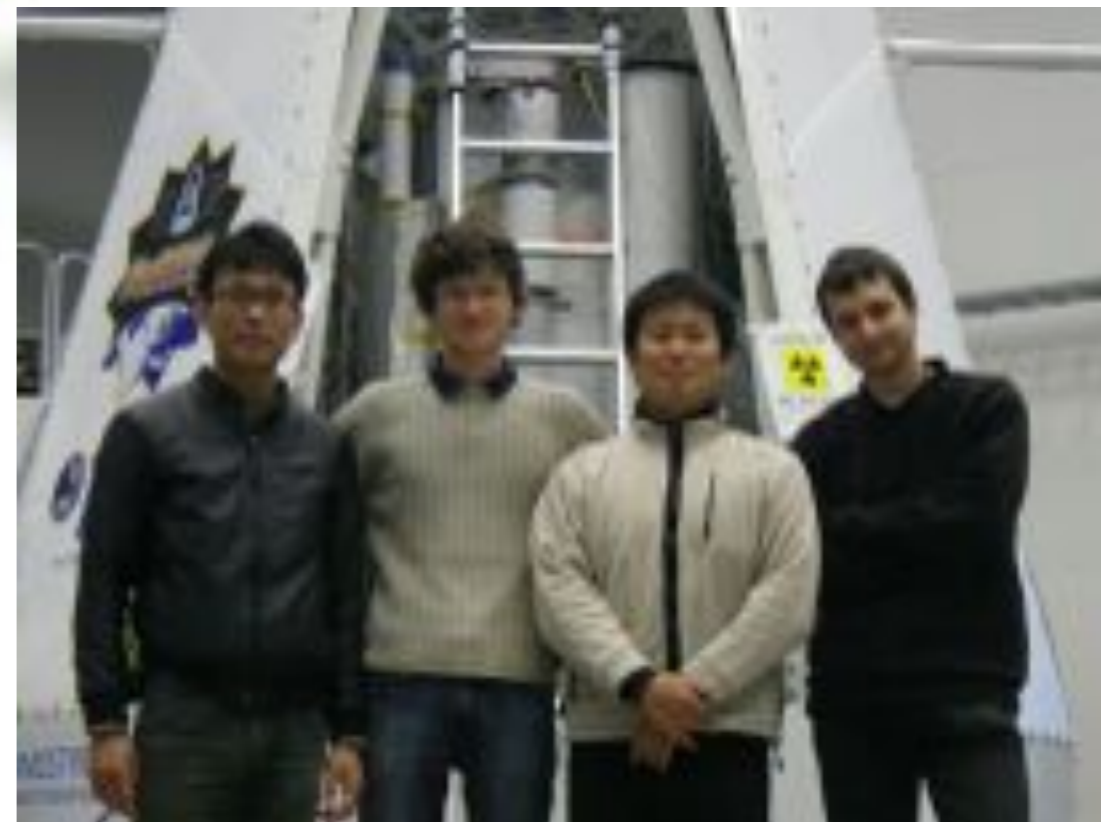


PoGOLite 検出器の断面図

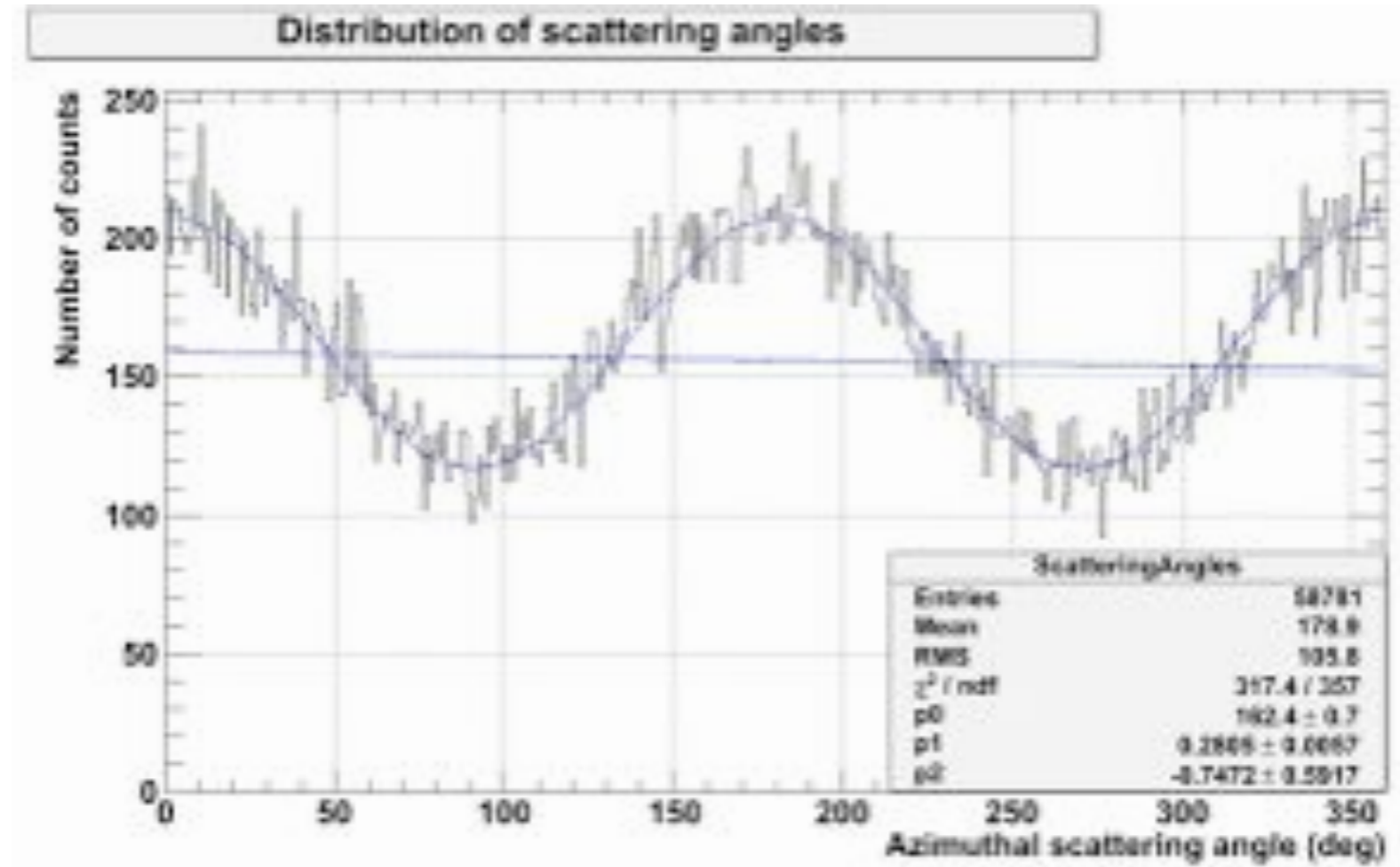
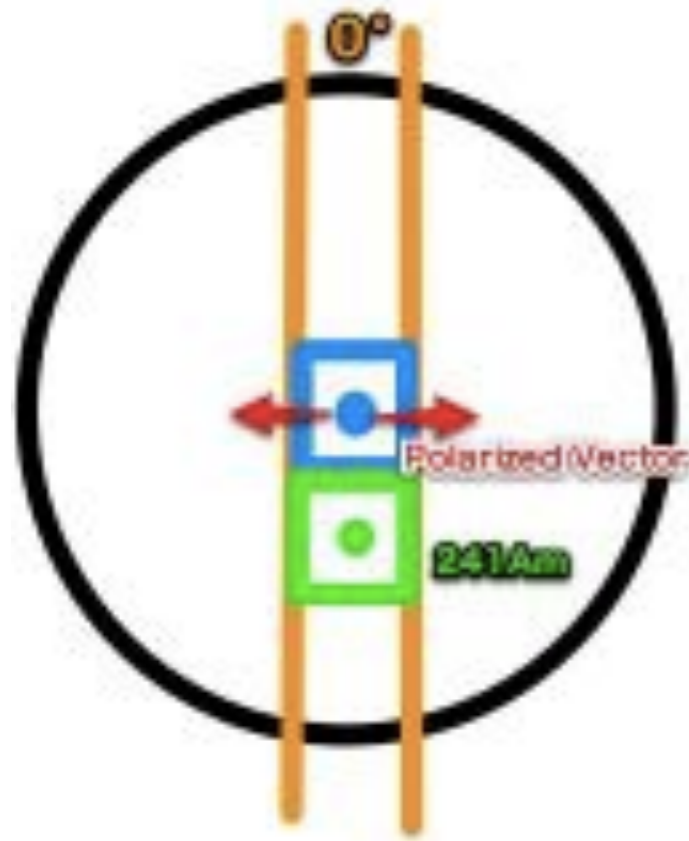
地上キャリブレーション(^{241}Am , 59.5 keV)



検出器の上に散乱体と
 ^{241}Am (59.5 keV) を置き
~90%の偏光X線を照射



24時間照射で得られたデータ (^{241}Am , 59.5 keV)



検出器が動作していることを確認⇒フライトレディ

28.1±0.6%のモジュレーションを検出

昼夜一貫して入念に様々な場所の照射 (100時間以上) を実施

自身で解析スクリプトの作成も行った

まとめ

- 偏光観測とは、電場・磁場の偏りを測定し、天体の構造に制限を与える
- これまでの偏光観測
 - ~ 5.6 keV , 100 keV \sim のみが観測されている。
 - 100 keV \sim は誤差が大きい
- PoGOLite
 - 25 keV ~ 80 keVの帯域の偏光観測を高感度で行う
 - 観測天体：Crab、Cyg-X1
 - 地上実験で偏光線源を用いてキャリブレーション試験を行いモジュレーションが取得できた→フライトレディー
 - しかし、1か月に亘って天候に恵まれておらず、現在待機中である。

Thank you!

The authors thank the Yukawa Institute for Theoretical Physics at Kyoto University. Discussions during the YITP workshop YITP-W-12-08 on "Summer School on Astronomy & Astrophysics 2012" were useful to complete this work.

