サブMeV-MeVγ線全天探索計画

京大理 窪 秀利、谷森 達、身内賢太朗

◇ MeV γ 線天文学
◇ MeV γ 線イメージング検出器
◇ 開発現状
◇ 開発計画





(I) MeVγ線天文学

MeVガンマ線で見る宇宙

◆元素合成 超新星残骸: 放射性同位体からの核γ線 銀河面:長寿命同位体 ²⁶AI ◆粒子加速 活動銀河核ジェット、ア線パルサー ガンマ線バースト(偏光)、太陽フレア ◆強い重力場 ブラックホール: 降着円盤・π⁰崩壊・Primordial ◆宇宙の進化・構造 $系外 \gamma 線背景放射$ ◆宇宙線伝播 系内γ線拡散放射



Gamma-ray line source

Energy(keV)Decay56Ni 158,270,480,759,8126.10d56Co 847,1238,259877.2d57Co 122,136271.7d44Ti 115763year26Al 18097.4x105 yearneutron capture 2223keV

COMPTEL ²⁶Al map ³⁰ seo Cen ⁴ ⁵⁰ ¹⁰ ¹⁰

Oberlack et al., 1996, A&AS, 120, 311





Vela region, Eg=1.156 MeV, VP0.1-617.1





Spin-down pulsar







G.H.Share & R.J.Murphy, ASP Conference Series, Vol. 206. (2000), p.377





Primordial Black Hole ガンマ線放射 <100MeV



Galactic diffuse emission



Boggs et al.,2000,ApJ,544,320

Extragalactic *γ*-ray background



Sreekumar et al.1998

(Ⅱ) MeV γ 線イメージング検出器



COMPTELのバックグランド源



G.Weidenspointner, et.al., A&A (2001) A:external γ 取り除けない B: internal γ γ 線 background C:two γ D:random coincidence E: proton-induced γ Other background neutron electron 大気からのγ線 COMPTELでは、上下の検出器のTOFを 用いてある程度除去 ■>S/N比悪い。 検出感度は有効面積より バックグランドで決まっている





LXeGRIT(Columbia)









(Ⅲ) 開発現状

反跳電子3次元飛跡測定用 TPC readout

μ-PICの構造と特徴 (Micro Pixel Gas Chamber)





◆ 2次元読出し(~65000pixels) ◆ 大面積 10cm角⇒30cm角 Max gain ~15000 ▲00μm エネルギー分解能 30% @ 5.9keV (100cm²) 1ヶ月以上の安定動作 ◆高い位置分解能 (~120µm) ◆ 大強度入射にも耐える





補助電子増幅器による利得の向上



30cm角TPC組立中

30cm角 *µ* -PIC







◆ Preamplifier + LVDS Discri. Electronics ATLAS ASD(4ch/chip) Bipolar ASIC *τ* =16→80nsec(こマスク変更



Encoding board

- 5 FPGAs
- anode–cathode coincidence @ 50MHz











シンチレータ読出し用のSi PINフォトダイオードアレイ

4.5x4.5mm² 20×20chアレイ





量子効率



89%@540nm(CsI(TI) λ max) 端子間容量=10~15pF@70V 暗電流=0.2~1.1nA@25℃



10

1000

500

1500

2000

2500

3000

3500 4000

ADCchannel

CsI(TI)読出しのエネルギースペクトル



Prototype detector







16° @ 662keV FWHM 34° @ 662keV FWHM for each gamma-ray

IEEE Trans. Nucl. Sci. in press

e

ARM







開発状況まとめ

◆10cm角プロトタイプ検出器でコンセプト実証
◆30cm角検出器製作中
◆H18年度から三陸気球実験
◆搭載検出器製作及び性能向上

研究計画概要

- ♦研究計画: ISS/衛星搭載
 - H12~14年度 宇宙環境利用公募地上研究フェーズI(A) 基盤研究A
 - H14~18年度 特定領域A 計画研究 ~H17年夏: <u>30cm角MeV</u>検出器完成
 - H18年 10cm角検出器 三陸気球実験 バックグランド測定
 - H19年 30cm角検出器 三陸気球実験 Crab/CygX-1観測
 - ⇒ 南極周回長期観測計画(50cm角、5年程度)
 ⇒ 衛星搭載型検出器の開発へ(50cm角×n)
- ◆研究体制: 新領域の立ち上げ
 - 現在は京大宇宙線研究室(スタッフ3名+PD2名・院生5名)
 - 将来的には宇宙研(高橋グループ)等とMeV領域研究グループを立ち上げも
- ◈予算規模
 - 数億円(南極周回計画)