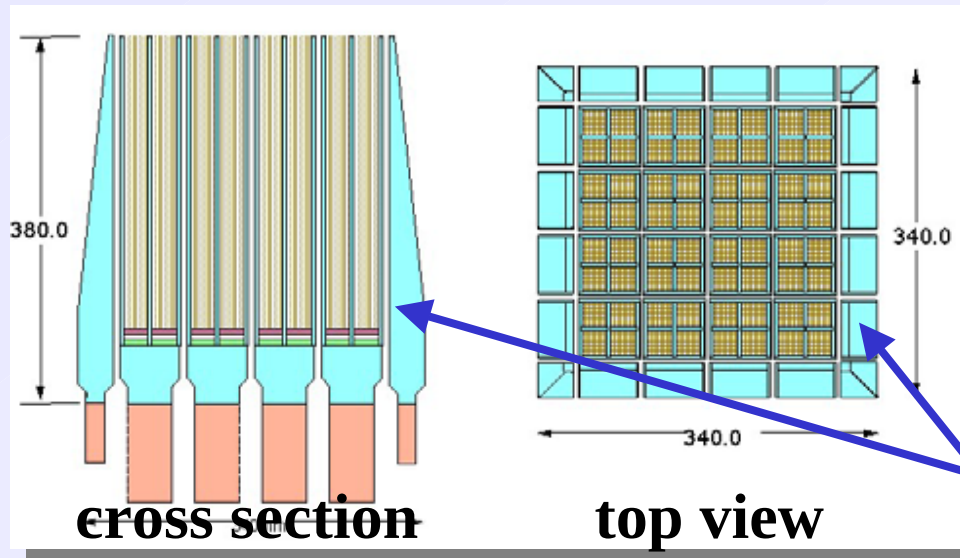


Astro-E2 衛星搭載 硬X線全天モニタの地上較正試験

○大野 雅功 深沢 泰司 山岡 和貴 筒井 章仁
牧島 一夫 国分 紀秀 寺田 幸功 古徳 純一
田代 信 洪 秀徴 森 正統 村上 敏夫 高橋 忠幸
中澤 知洋 and the HXD-II team

広大理 青学理工 東大理 理研 東工大理
埼大理 金沢大理 宇宙研



硬X線検出器 (HXD-II)

16本の主検出器

+ 20本のシールド検出器

10 – 600 keV での高感度観測
非熱的現象の解明を目指す

シールド検出器

→ 全天モニタとしても有効



HXD-II 全天モニタ機能



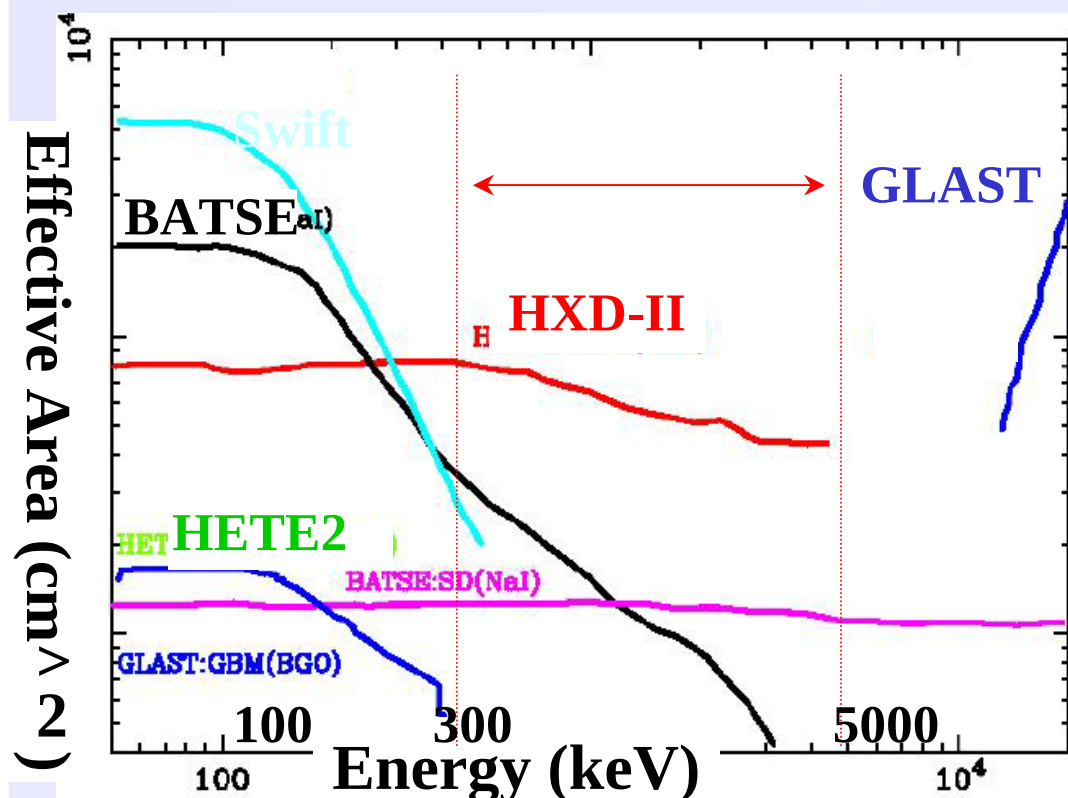
HXD-II シールド部

大有効面積、広視野
全天モニタとして、特に
ガンマ線バースト観測に期待

数100keVから数MeVでは
世界で唯一有効な検出器

開発では
エネルギー領域を拡大
100 keV – 2MeV

→ 50 keV – 5 MeV



本研究の目的

全天モニタの地上較正試験を行い、応答関数構築を目指す。特に重要な角度応答に注目

応答関数と地上較正試験

全天モニタを用いた観測では。。

ガンマ線バーストの位置決定

同時に検出した2面のカウント数を使う
角度応答が非常に重要となる

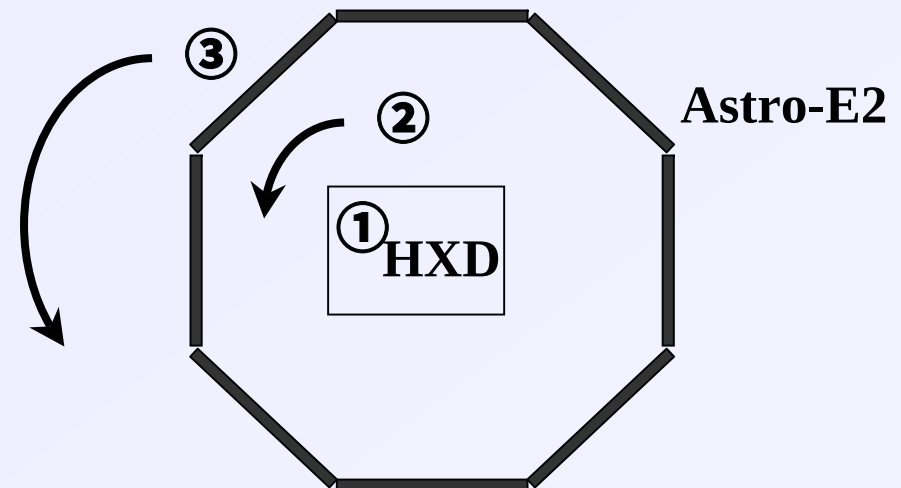
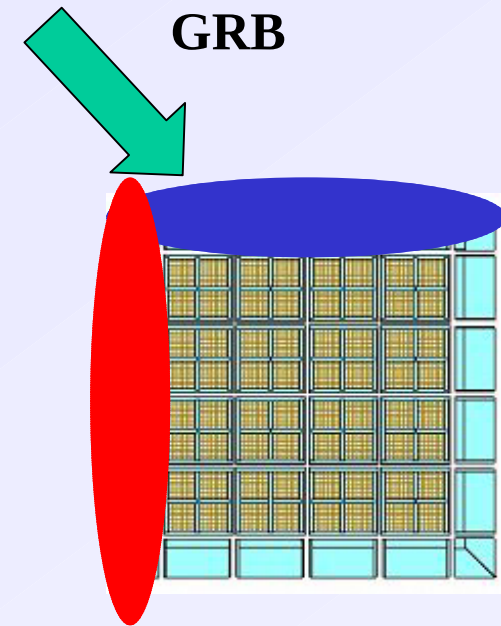
ガンマ線バーストのスペクトル決定

検出器特有のエネルギー応答
ex. 光量の位置依存性

データ解析に必要な応答関数はシミュレーションで構築する
測定と比較、feed back により、シミュレータの最適化が必要

本較正試験での測定項目

- ① 光量の位置依存性
- ② 角度応答(HXD単体)
- ③ 角度応答(衛星含む)



地上較正試験(1)

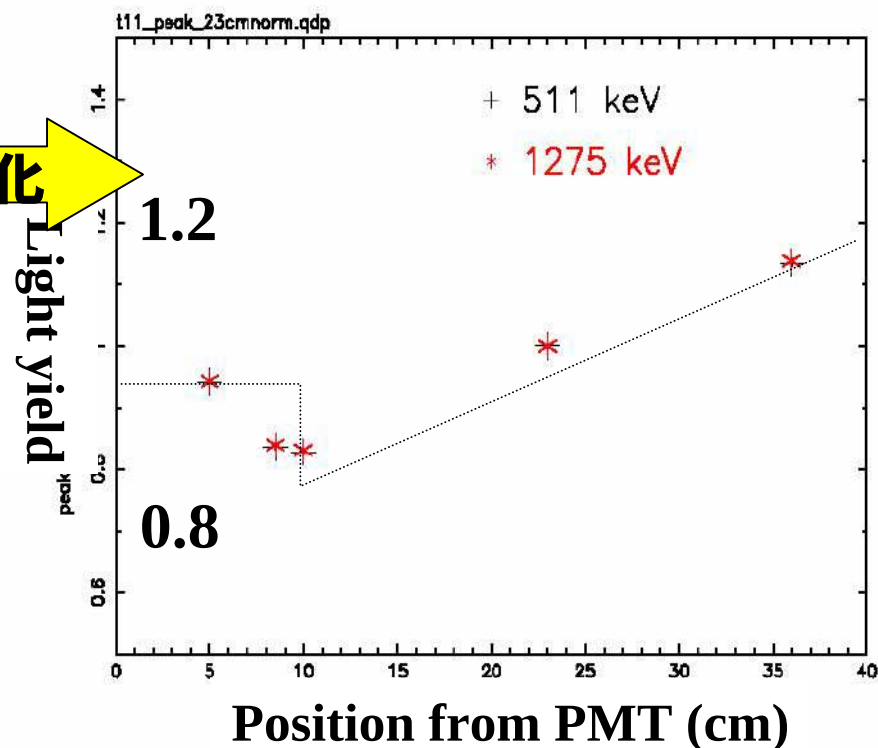
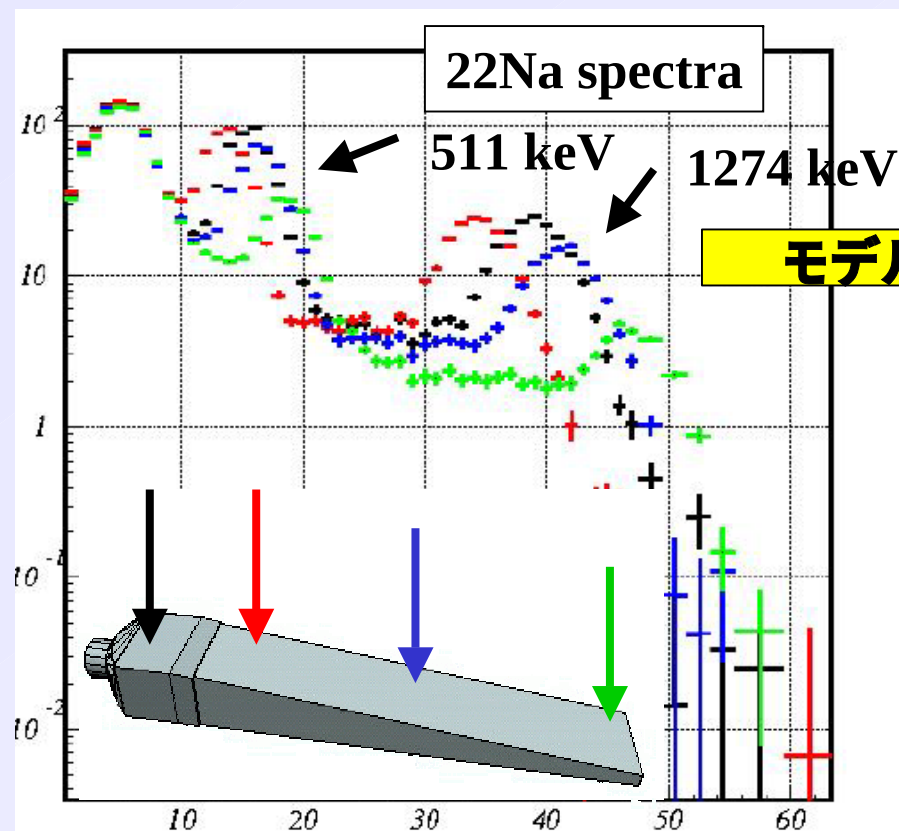
HXD-II単体での測定

光量の位置依存性

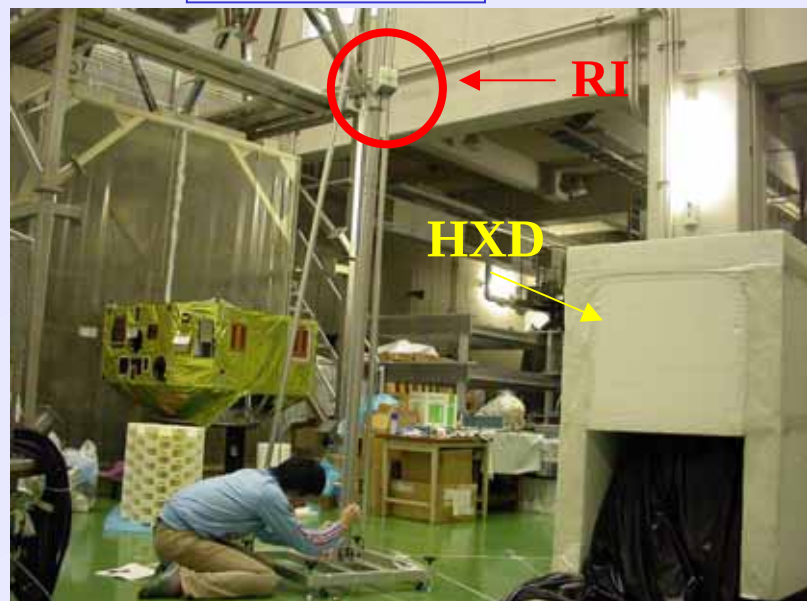
コリメートしたガンマ線を
結晶に照射

位置により±20%の変化を確認

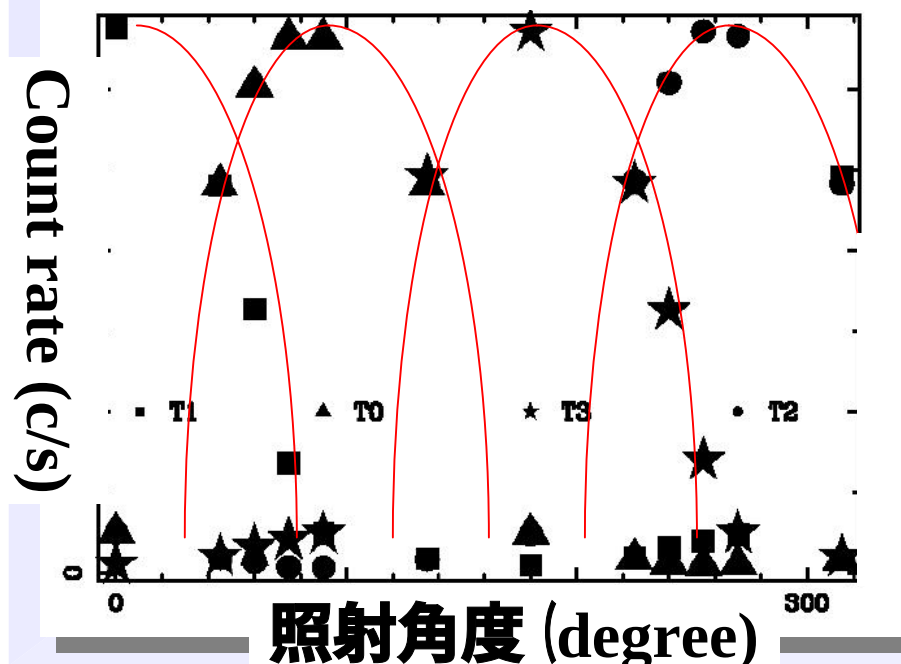
モデル化し、シミュレータに取り込み



角度応答

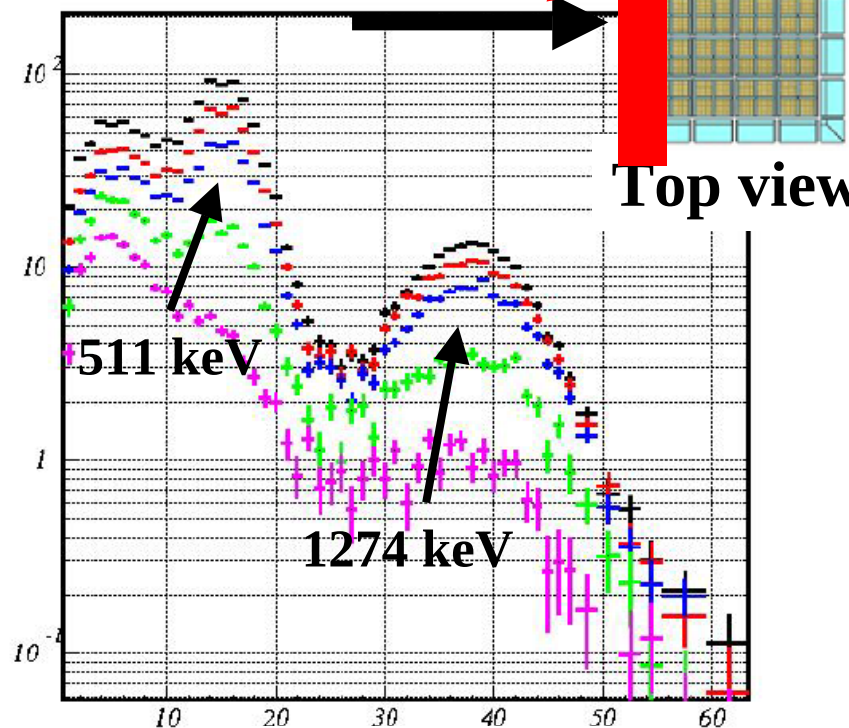


511 keVのカウントレートの角度依存性



22Na を赤道上の
いろいろな角度から
照射

Counts/s



Top view

ADC channel

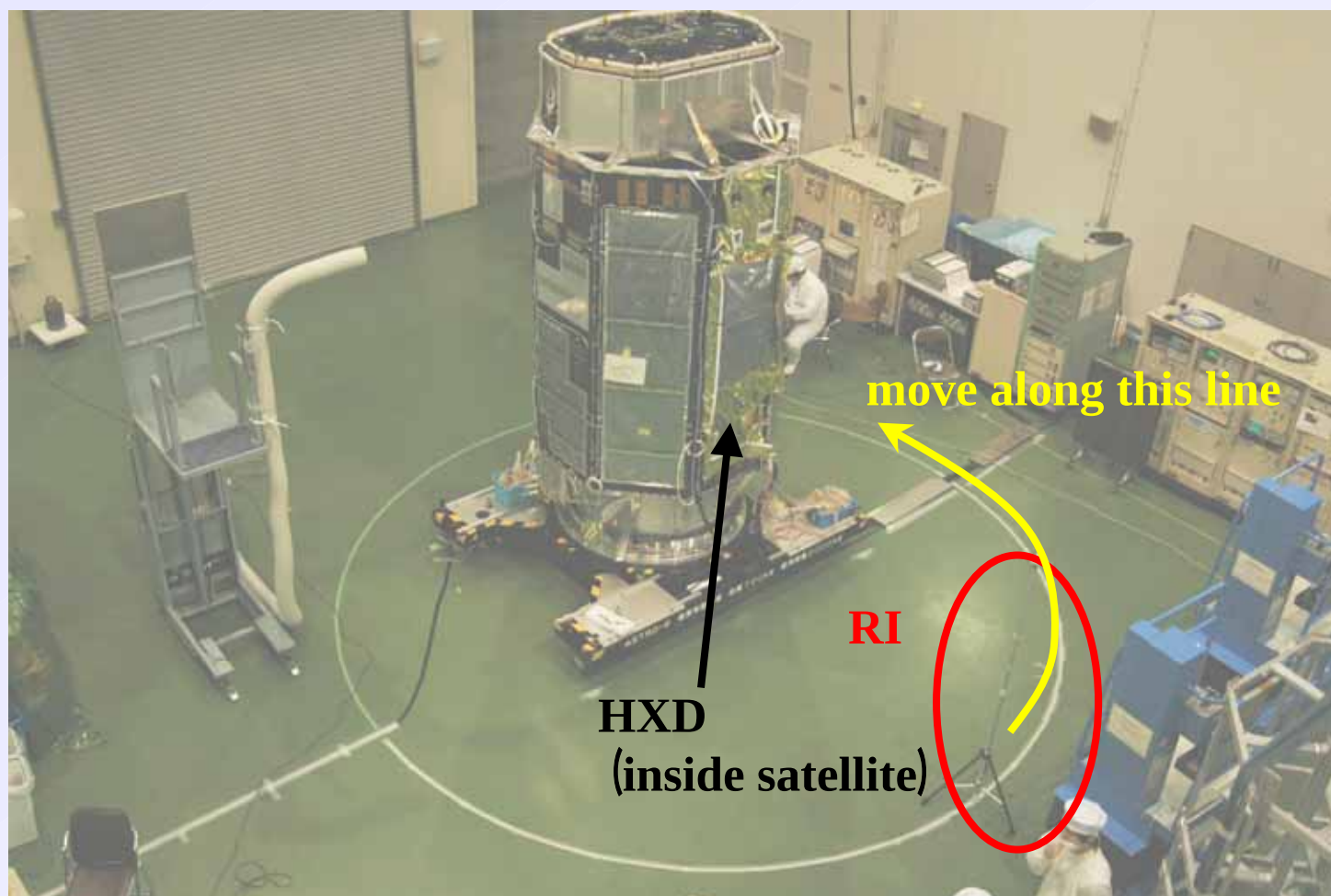
面対称な応答が得られることが
確認できた

地上較正試験(2) Astro-E2衛星上での測定

角度応答の測定

衛星構体 (特にパネル) による吸収はどれぐらいか

5°刻みで線源を移動 → 詳細な角度応答を取得



測定結果

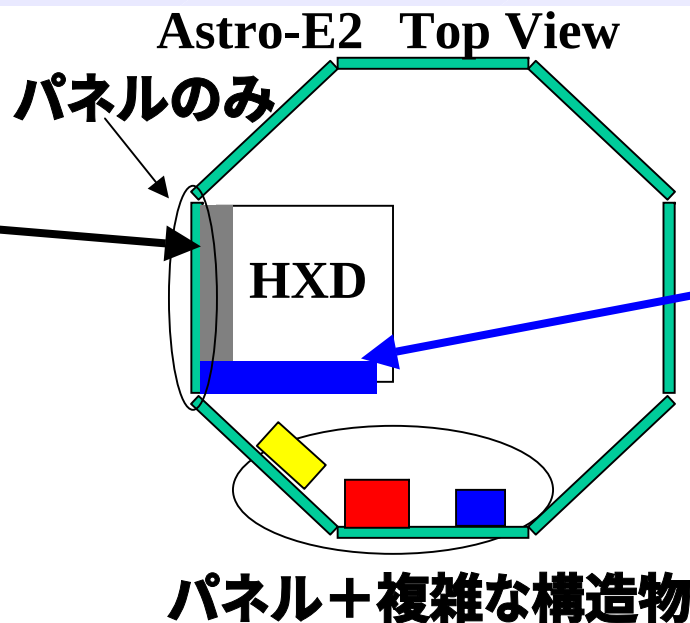
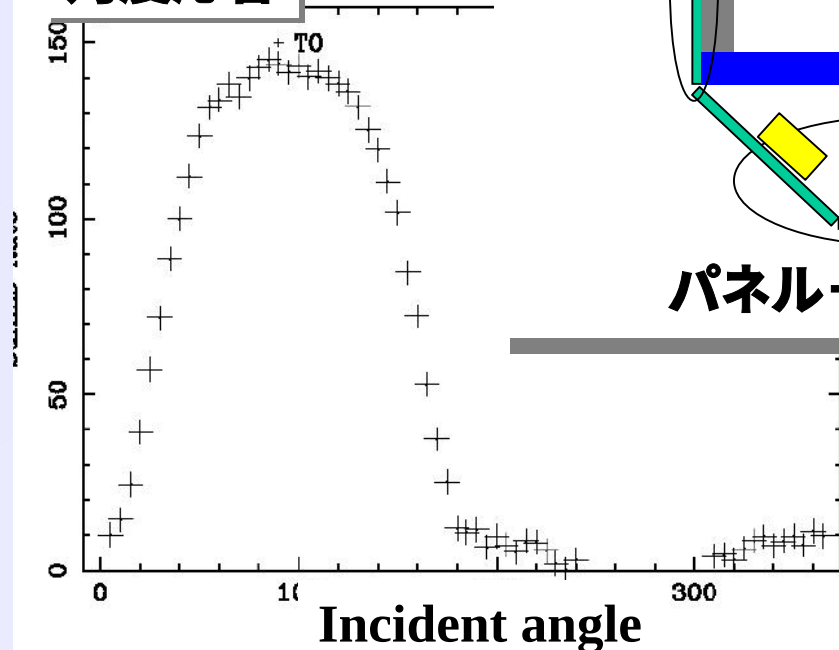
HXD単体では見られなかった
非対称で複雑な角度応答が得られた。

衛星構造物による強い吸収 → 角度応答に取り入れる必要がある

1274 keV count

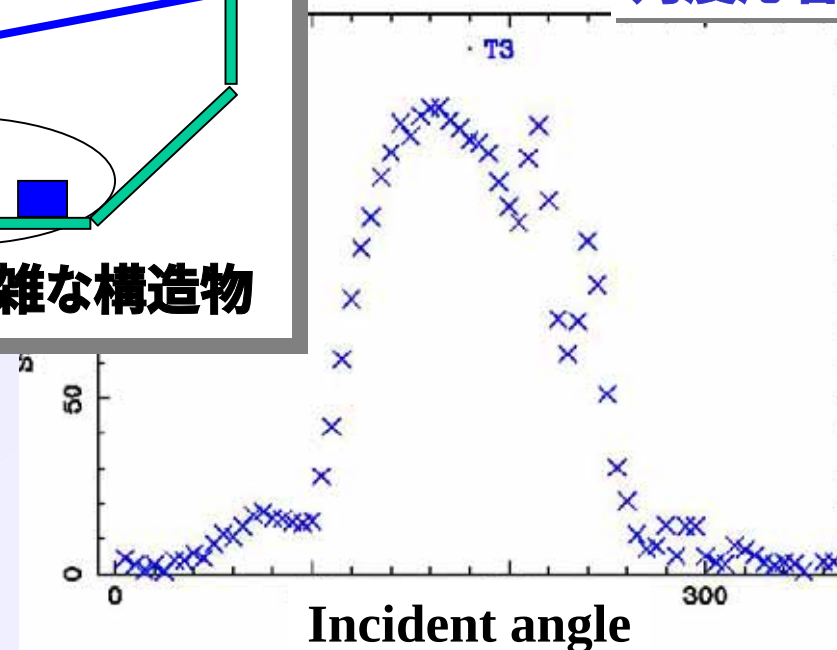
黒の面の
角度応答

keV CountRate



青の面の
角度応答

keV CountRate onAste



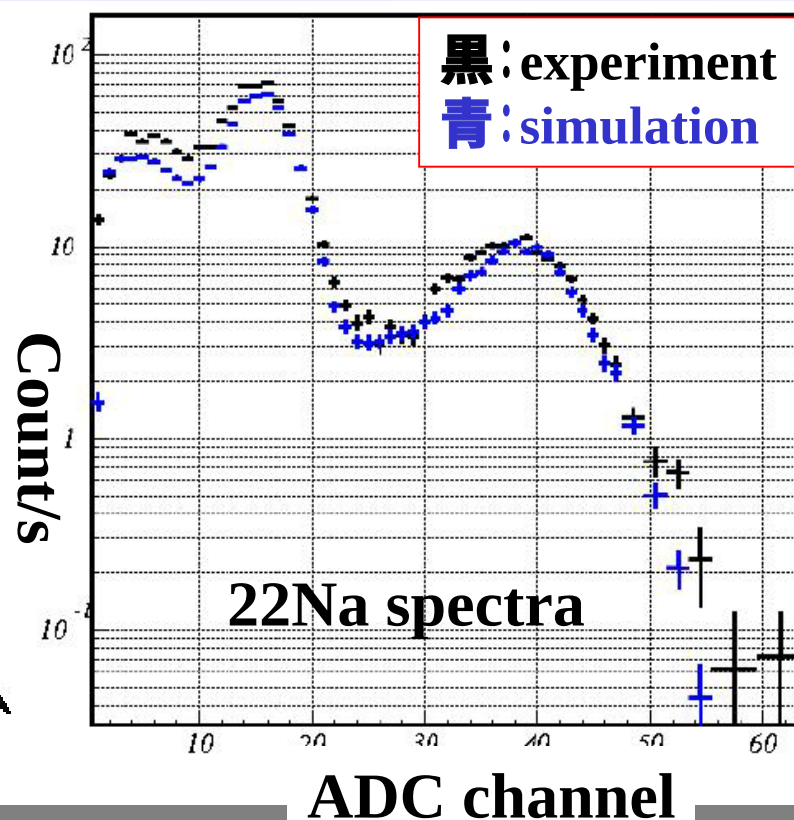
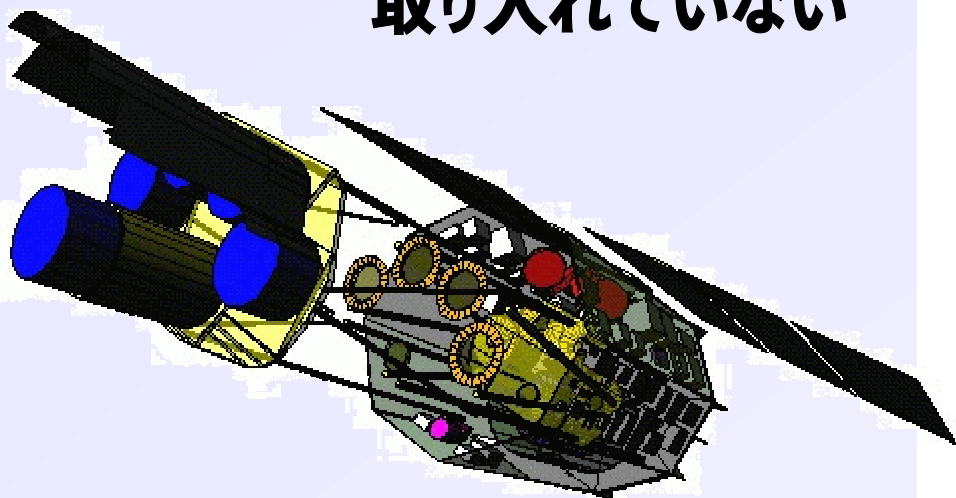
応答関数の構築(1) シミュレータの開発

応答関数を作るためのシミュレータ開発

- ・ Geant4 によるモンテカルロシミュレーション (Edep, position ...)
- ・ 実測パラメータ (resolution, light yield, energy gain) の取り込み

Geant4 上で Astro-E2 Mass Model
を再現し、シミュレーション

複雑な角度応答はまだ
取り入れていない



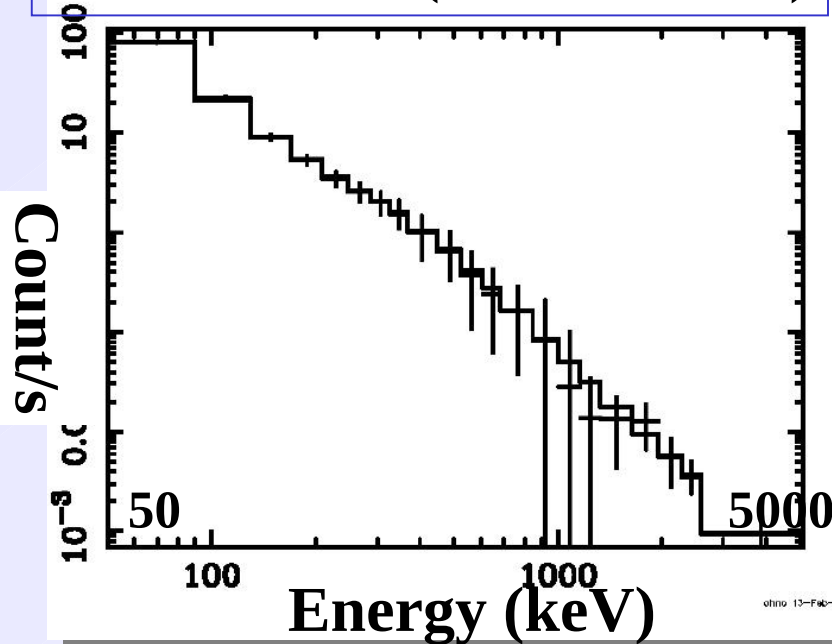
エネルギー応答 : 10-20% の精度で再現
さまざまなエネルギーでシミュレーションを行い、応答関数を構築した。

応答関数の構築(2) 観測シミュレーション

応答関数でスペクトル再現 → 軌道上で予測されるBGDを差し引き

★GRB030329を再現

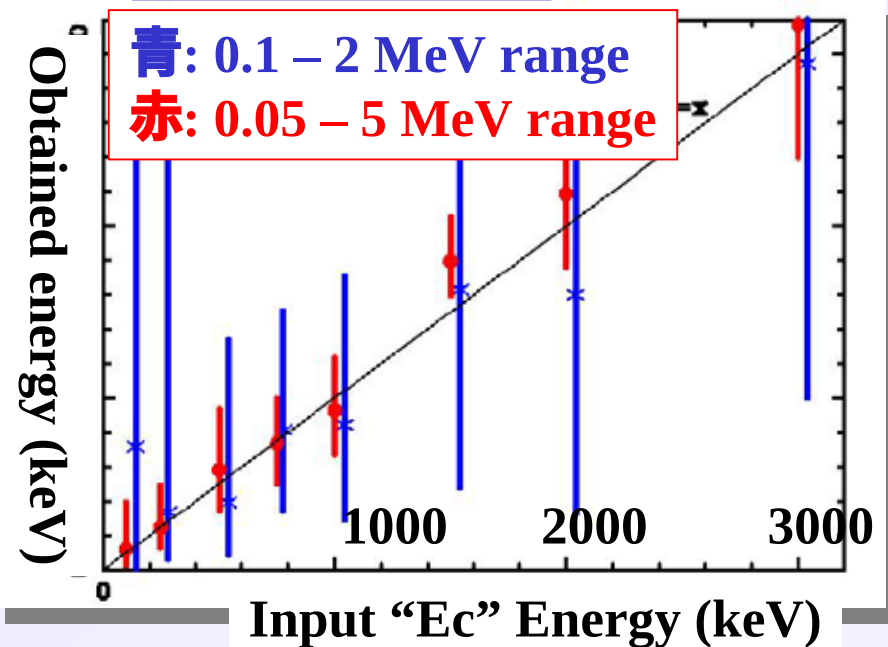
$\alpha = -1.3$ $\beta = -2.3$ $E_c = 91.6$ keV
duration = 63 s (Sakamoto et al.)



50 keV – 5 MeV まで
ガンマ線バーストスペクトルを
取得できる

★パラメータ決定精度(E_c)

$\alpha = -1.0$ $\beta = -2.3$ 50-300 keV flux
duration = 20 s 5 ph/s/cm²



観測エネルギー領域
を拡大したおかげで
決定精度が向上

まとめ

**Astro-E2衛星搭載 HXD-IIのシールド部は全天モニタとして有効
応答関数を構築するために、地上較正試験を行った**

- ★HXD 単体では、多くの結果が得られた
 - さまざまなパラメータ、面对称な角度応答
- ★Astro-E2衛星上では、非常に複雑な吸収構造
が明らかとなった

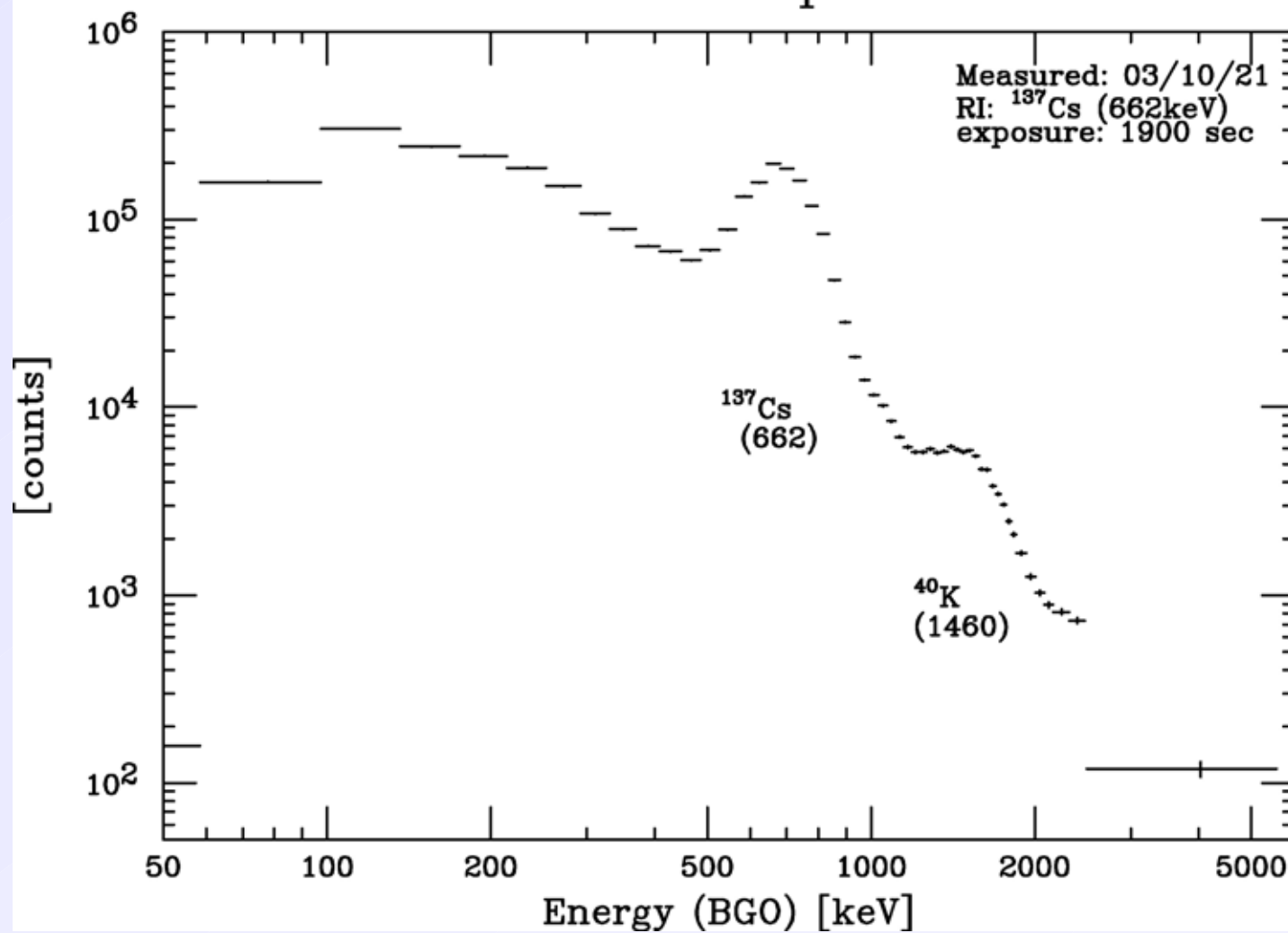
**較正試験の結果を取り入れ、検出器応答を再現するシミュレータ
を開発した**

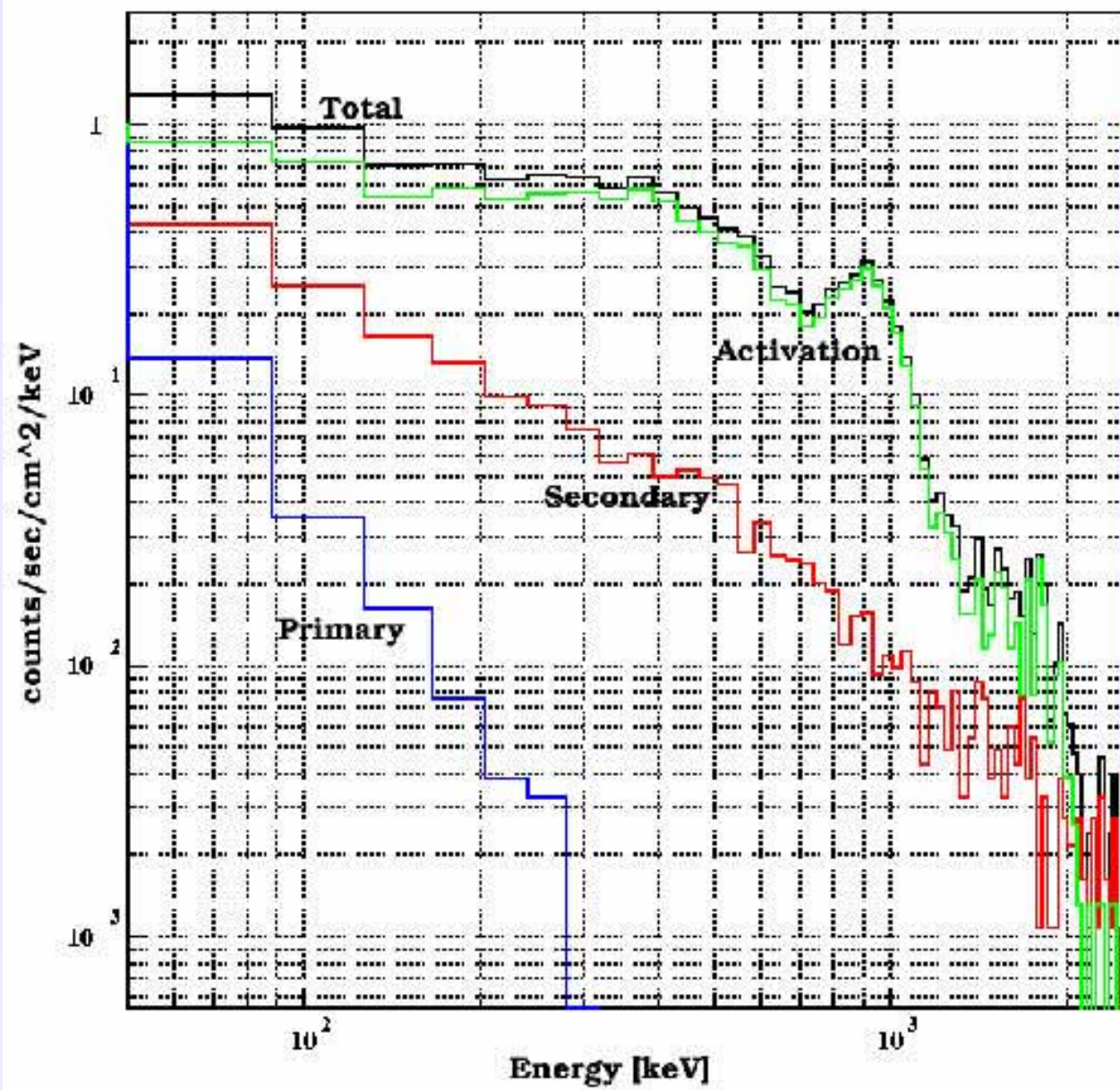
- ★10 – 20 % の精度でエネルギー応答を再現
- ★応答関数により、観測シミュレーションを行うことができる

今後

- | | | |
|--------------------------|---|------------------------|
| ★ほかの測定結果の取り込み | } | 応答関数 (とくに角度応答)
精度向上 |
| ★Astro-E2 Mass Model の改善 | | |
| ★全天モニタ用ソフトの開発 | | |

HXD-II TPU spectrum





測定と結果

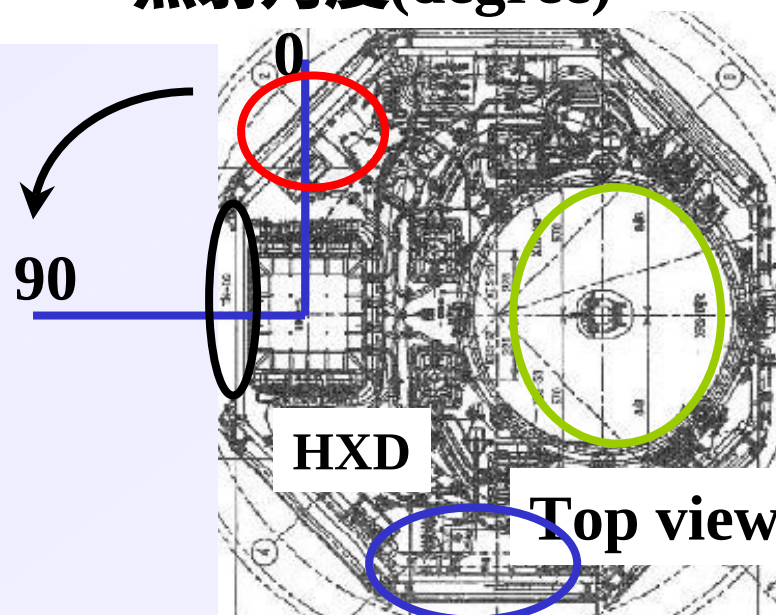
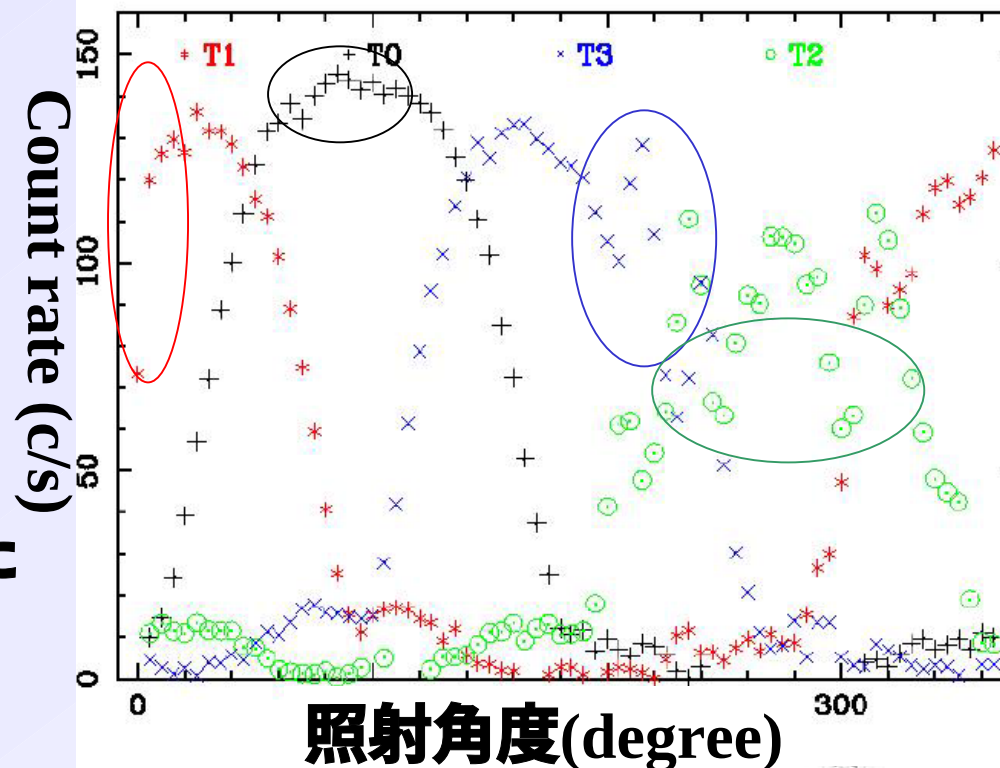
5°刻みで、放射線源を移動させ、各面でのcountの角度依存性を調べた

HXD単体では見られなかった非対称で複雑な角度応答が得られた。

予想以上に大きい吸収！

衛星パネルの内側にある複雑な構造物や、他の検出器による吸収であると考えられる。

1274 keV カウントレートの角度依存性





地上較正試験(1) HXD-II単体での測定

低温時の光量比

-25°Cと25°Cのスペクトル
を比較

10-25%の光量増加を確認

光量の位置依存性

コリメートしたガンマ線を結晶に照射

位置による光量の違いを調べた

位置により±20%の変化を確認

モデル化し、シミュレータに取り込み

Light yield ratio (cold / hot)

