

# 卒業論文概要書

2024年2月提出

所属学科	応用物理学科	氏名	小笠原聖純	学籍番号	1Y20B016-7
研究題目	小型衛星搭載用 BGO アクティブシールドの最適化とガンマ線カメラの偏光観測への応用			指導員	片岡 淳

## 【研究背景・目的】

Sub-MeV 領域は、星内部での元素合成・星間物質の分布を知る上で重要な領域であるが、CXB や Albedo などのバックグラウンドが卓越しており、観測が難しく、1990 年代に打ち上げられた CGRO 衛星での観測を最後に十分な観測が成されていない。我々の研究室では、この領域の観測に向け 50kg 級小型衛星搭載用ガンマ線カメラ (CC-Box) の開発を行っている。また、コンプトンカメラには観測性能を向上する為に、バックグラウンドやエスケープイベントを除去する BGO シンチレーターを用いたアクティブシールドを搭載する。本研究では、BGO アクティブシールド用反射材として ESR に代わる新たな反射材の選定を行い、衛星搭載用の反射材を決定した。さらに、選定した反射材を用いて特定の温度化での閾値測定を行い、閾値の最適化を図った。また、CC-Box を用いた偏光観測のシミュレーションを行い、偏光の観測性能の評価を行った。

## 【BGO アクティブシールド用反射材の選定】

反射材の選定では、以前から天文衛星に用いられている ESR+ゴアテックスの組み合わせの他に、株式会社麗光製 LUIRE MIRROR 75E28/74W41 を用いて<sup>137</sup>Cs の測定を行い、光量比較をすることで採用する反射材を決定した。その結果、ESR+ゴアテックスの組み合わせと比較し、LUIRE MIRROR 74W41+ゴアテックスの組み合わせで光量が約 30%増加した。その為、BGO アクティブシールドには LUIRE MIRROR 74W41 を採用する。

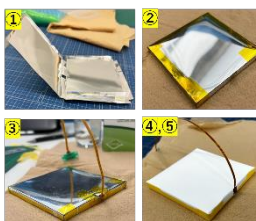


図 1.被覆手順

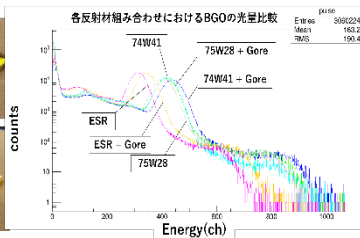


図 2.光量比較

## 【BGO アクティブシールドの閾値最適化】

恒温槽内の温度を $-20^{\circ}\text{C}$ ・ $0^{\circ}\text{C}$ ・ $20^{\circ}\text{C}$ ・ $40^{\circ}\text{C}$ に変化させた時の閾値測定を行い、各温度に対して測定用 MPPC に温度補償を施した電圧を印加した。その際の較正線源とテストパルスを用いて閾値の計算を行っ

た。

温度変化における較正線源の光電吸収ピークの変化が小さくなったことから温度補償が適応されていることを確認した。また、閾値も同様に温度変化による値の変化が小さくなり、どの温度でも閾値 $<30\text{keV}$ を達成した。

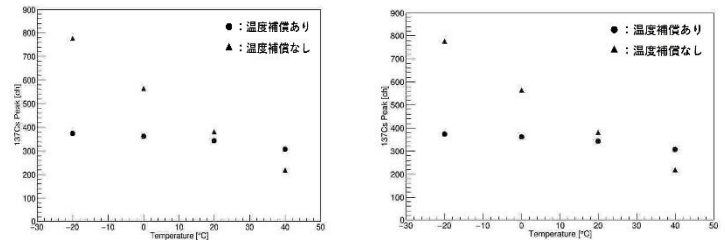


図 3.温度補償有無による各値の比較。閾値(左)、光電吸収ピーク(右)

## 【Geant4 を用いた CC-Box の偏光観測性能評価】

開発している CC-Box はコンプトン散乱型偏光計としての応用が可能である。今回は、CC-Box を偏光計として運用した場合の単色ガンマ線への偏光観測性能の評価を Geant4 シミュレーションで実施した。その結果、 $1\text{MeV} \cdot 90$  度直線偏光光子に対し、検出器の偏光観測性能の指標であるモジュレーションファクター (MF) が約 26%を達成した。

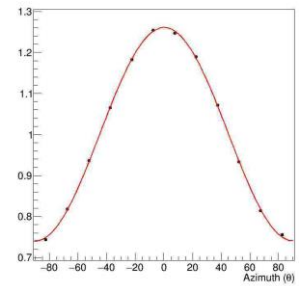


図 4.偏光光子によるモジュレーション

## 【まとめ・今後の展望】

本卒業論文において、小型衛星搭載用ガンマ線カメラの BGO アクティブシールドに用いる反射材の選定及び閾値の最適化に加え、CC-Box の偏光観測性能の評価を行った。今後は、BGO シンチレーターの温度依存性を考慮した温度補償の確立や Crab Nebula など、実際の天体のスペクトルを再現した偏光観測シミュレーションを行う。