

卒業論文概要書

2022年2月提出

所属学科	応用物理学科	氏名	森 椋平	学籍番号	1Y19B090-7
研究題目	小型科学衛星搭載へ向けた コンプトンカメラ・センサーユニットの構築及び 通信制御システムの開発			指導員	片岡 淳

【研究背景】

1-10MeVのMeVガンマ線領域は宇宙元素構成を紐解く上で重要な核ガンマの輝線が最も集中する領域であるのに加えて、活動銀河核・ガンマ線バーストにおける粒子加速といった現象の観測・解明に期待がかかる観測領域である。しかし、MeVガンマ線領域では、地球反射放射や衛星機材の放射化由来のガンマ線によるノイズが大きく、観測が非常に難しい。CGRO衛星COMPTELでの観測を最後に大きな進展はなく、ノイズを除去した高い感度の観測が課題であった。そこで我々の研究室では、この領域の観測に挑むべく、日々開発・研究を行っているMeV-小型コンプトンカメラを衛星搭載用に最適化し、2026年打ち上げの小型科学衛星搭載へ向けた準備を進めている。

本研究では、衛星搭載コンプトンカメラ構築へ向けた準備として、まずはセンサーユニット単位の接合手段の確立と接合用接着剤の温度サイクルによる性能評価を行った。通信制御(図1)では衛星に搭載するラズパイ(RaspberryPi3B+)Linux環境上でカメラMPPCの制御・測定データの取得を行うための環境構築を行った。

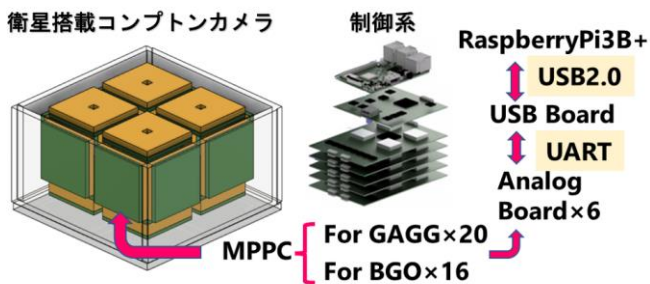


図1. 搭載コンプトンカメラと制御システム

【ユニット構築手段確立・接着剤特性評価】

センサーユニットはMPPC、ライトガイド、GAGGの3パーツで構成され、エポキシ接着剤で接合を行う。高い位置精度での接合を目指すため、真空吸着盤とマイクロメータを搭載した昇降治具とパーツごとの位置出し治具を開発し、XYZの3方向で高い位置精度での接合が可能となった。

使用する接着剤は衛星軌道上の温度サイクルでクラックが発生する恐れがあるため、評価用として2種類の接着剤で接合したセンサーユニットサンプルをそれぞれ用意して-20℃~40℃の範囲で温度サ

イクルをかけた。クラックが起こるとMPPCに入る光量が大幅に減少することを踏まえ、Na22の511keVのピークカウントをサイクルごとに測定してカウント量の変化を追った(図2)。どちらの接着剤でも大きなカウント数の現象は見られず、この温度サイクル下ではクラックは発生せず、十分に運用可能であると言える。

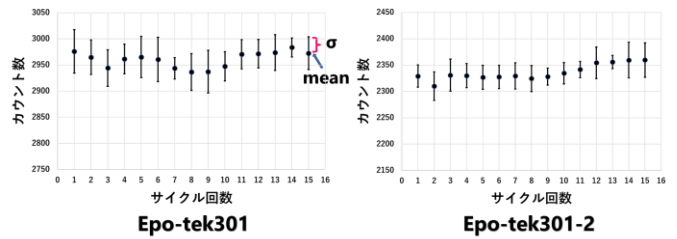


図2. 511keVピークカウント数の推移
(左:Epo-tek301, 右:Epo-tek301-2)

【通信環境の構築】

ラズパイのLinux環境でPyusbを用いてUSB基板とUSBコントロール通信を図る。結果としてMPPCのステータスの取得や測定データの取得を行うことが可能となった。取得データをもとに位置の再構成、スペクトル形状の確認を行ったところ、データが正しく取得出来ていると分かり、通信環境の構築が出来たと言える。

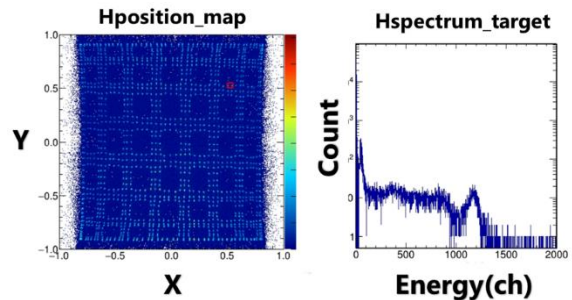


図3. 137Csで測定したデータによる位置再構成マップ(左)とスペクトル形状(右)

【まとめと今後の展望】

コンプトンカメラ搭載に向けて、センサーユニット接合手段の確立と接着剤の温度変化による性能の確認、通信制御システム構築を行った。

今後は、センサーユニット接合後に剥離試験、振動・衝撃試験などの強度試験を行う。通信ではラズパイのレート試験に加え、その間の消費電力などラズパイ自体の耐性も確認していく。