

超小型X線衛星 NinjaSat-2 搭載ガスX線検出器の開発状況

○青山 有未来^{1,2} 玉川 徹² 榎戸 輝揚^{2,3} 岩切 渉⁴ 高橋 弘充⁶ 武田 朋志^{3,8} 三原 建弘² Hu Chin-Ping⁵ 河合 誠之² 成田 拓仁²
米田 浩基³ 北口 貴雄² 大浪 修一² 萩野 浩一² 岩田 智子^{1,2} 高橋 拓也^{1,2} 山崎 楓^{1,2} Eiche Luis^{2,7} 土屋 草馬^{1,2} 中野 遥介^{1,2}
石井 野乃花³ 一柳 大治朗³ 李 宇宙³ (1.東京理科大学 2.理化学研究所 3.京都大学 4.千葉大学 5.彰化師範大学 6.広島大学 7.チュービンゲン大学 8.HIKARI-COOL Kyoto)

超小型X線衛星 NinjaSat-2 では、初号機 NinjaSat (以降 NinjaSat-1) で宇宙実証されたガスX線検出器 (Gas Multiplier Counter; GMC) を改良して搭載する。GMC のエネルギー帯域は 2–50 keV で、封入ガスには Xe/Ar/DME (75%/24%/1%) を用いる。検出器に入射したX線は、ガス中で光電吸収されて二次電子を生成し、その電子信号はガス電子増幅器 (Gas Electron Multiplier; GEM) によって増幅される。NinjaSat-1 では、熱真空試験時の熱サイクル (-30°C~+60°C、4サイクル) において、構成部材間の熱膨張係数の違いにより GEM がフレームから位置ずれを起こし、歪みが生じたことが明らかになった。その結果、スペクトル形状が変化し、電子増幅度 (ゲイン) やエネルギー分解能といった検出器性能が温度に依存するとともに、いずれの温度においても熱真空試験前よりゲインやエネルギー分解能が悪化したことがわかった (2024年秋季年会、青山ほか)。

本研究では、NinjaSat-1 で課題となった温度変化に伴う GEM の熱歪みを低減するため、GEM を固定するフレーム構造を改良した。具体的には、フレームに凹凸構造を設けることで、温度変化時に生じる GEM の位置ずれや変形を抑制する設計とした。今回は、GMC のガス封入部を模擬したテストチェンバーを用い、恒温槽内で熱真空試験と同程度の熱サイクルを実施した。その後、温度を -10, 0, 15, 30, 40°C に変化させ、各温度において GEM 面内の37点に 1 cm 間隔で Mn 特性X線を照射した。各照射位置におけるゲインおよびエネルギー分解能を測定し、熱歪みによる影響を評価した。その結果、NinjaSat-1 では熱真空試験後に GEM 面内で最大 31% ゲイン変化、および最大 8% のエネルギー分解能の悪化がみられたのに対し、改良フレームを用いた場合には検出器性能の悪化は見られず、GEM に熱歪みが生じないことを確認した。現在、この改良フレームを搭載機器のプロトタイプモデルに実装し、GMC を製作している。今後は、製作後の GMC を用いて熱真空試験を実施し、熱サイクル前後のゲインやエネルギー分解能を評価する。熱歪みが生じないことを確認できれば、プロトタイプモデルの製作を開始する予定である。