

超小型衛星搭載を目指した高感度 X 線観測装置の開発 (6) : 超薄膜フィルター実装に向けた検討

○宮原 大知¹ 中川 雄登¹ 吉田 有佑¹ 吉原 諒¹ 石田 大和¹ 田口 和樹¹ 船濱 僚太¹ 田中 良磨¹ 安福 千貴¹ 丹羽 由実¹ 小川 ともよ¹ 吉平 圭徳¹ 田原 譲¹ 加藤 渉¹ 安藤 花菜¹ 叶 哲生¹ 石田 直樹¹ 作田 皓基⁴ 川木 俊輔² 長谷川 雅考² 井上 良隆³ 三石 郁之¹
(1.名古屋大学 2.株式会社エアメンブレ 3.IMV株式会社 4.東北大学)

超小型衛星を用いた機動的かつ高頻度な宇宙観測は、現代の宇宙科学分野において急速に存在感を増している。我々は本プラットフォームにおいて、地球オーロラから深宇宙までを対象とした高感度な X 線撮像分光観測の実現を目指している。しかし、超小型衛星は搭載スペースや電力などのリソース制限が厳しく、観測エネルギー帯域も軟 X 線に制限されることが多い。そのため、検出器の遮光・熱流入出の抑制等を担う光学フィルターの軟 X 線透過率は、観測装置の感度を左右する重要な要素となる。従来のポリイミド等のプラスチック薄膜では、打ち上げ時の振動環境や工学的な制約から一定の厚みが必要であり、軟 X 線帯域における透過率の観点では更なる向上の余地を残していた。そこで本研究では、原子スケールの薄さでありながら極めて高い機械的強度と優れた軟 X 線透過率が期待されるグラフェンをはじめとする「超薄膜」に着目した。前例のない超薄膜フィルターの超小型衛星への実装を果たし、次世代の高感度 X 線観測ミッションへと繋げることが本研究の狙いである。我々はこれまで超小型衛星実装を目的とした超薄膜フィルター開発を進めてきた。現状では独自の自動積層プロセスを確立することで、大口径 (>10mm) の 10 層・30 層グラフェンフィルター作製に成功している。更に、X 線透過率の観点ではポリイミドより高い透過率を示し、実用化の可能性を示した。(2026 年春季年会 中川他)。そこで今回我々は、6U、500mm 級超小型衛星観測装置のハウジングデザインに合うような超薄膜フィルターデザインの検討を初めて行った。具体的には、グラフェンとの密着性を考慮し、アルミやステンレス等の材質の選定、開口率や機械強度・振動伝達率の観点からスポークの本数や厚さなどのデザインパラメータを設定した。また、超薄膜フィルター単体振動試験用治具と自立膜なしのフィルター構造の試作も行い、取り付け方法の検討や作業性確認まで完了している。また、試験用治具の最低次固有振動モードが 2000Hz を超えていることを確認した。本講演では開発の現状について紹介する。