

V325a 超薄膜グラフェンを用いた飛翔体搭載用軟 X 線光学素子の開発

中山恵理子, 竹原佑亮, 三石郁之, 田原譲, 堀田貴都, 北浦良 (名古屋大学), 吾郷浩樹, 河原憲治, Pablo Solis Fernandez (九州大学)

薄膜を用いた光学素子は、宇宙分野でも特に軟 X 線を対象とする飛翔体において、熱制御、可視光防護、汚染物質防護目的のために利用されている。具体的には、反射鏡の熱歪みによる性能劣化、太陽光からの強烈な可視光による検出器ノイズの増加、アウトガスによる観測効率の劣化を防ぐことなどが目的として挙げられる。薄膜光学素子の実体は、アルミが成膜されている数百ナノからミクロン厚程度の薄膜フィルムと支持材としての金属メッシュ、さらに機械強度部材としての金属フレームである。この薄膜光学素子には各飛翔体で要求される打ち上げ・軌道上環境耐性はもちろん、観測効率の向上を目指した高い X 線透過率が求められる。

従来の薄膜光学素子の場合、その材質には機械強度や耐熱性に優れるポリイミドが多く用いられ、その厚さは 100 nm 程度以上であった。そのため、天文学的に重要な重元素である炭素の吸収端附近を含めた軟 X 線帯域において、透過率についてはまだ改善の余地がある (例えば 100 nm 厚で $\sim 60\% @ 0.3 \text{ keV}$)。そこで我々は耐熱性・機械強度がより優れ、1 層が炭素原子 1 個分の薄さのグラフェン ($\sim 3 \text{ \AA}$ 厚) に着目し、極端紫外から軟 X 線帯域において、超高透過率 ($> 95\% @ 10\text{--}1000 \text{ eV}$) を実現しうる超薄膜光学素子の開発に着手した。

これまで我々はグラフェンの金属メッシュへの転写には成功したものの、膜質が悪く転写時に破れが生じた。また転写後のフリースタンディンググラフェンへのアルミスパッタにも試み、成功している。今後は高品質グラフェンを用いて、支持材のデザイン検討や、振動・熱・原子状酸素などの環境耐性評価試験を行っていく予定である。将来的には宇宙飛翔体用のみならず検出器窓等の地上応用も考えている。