

## V311b グラフェン超薄膜を用いた高性能汎用型光学素子の開発

柏倉一斗, 三石郁之, 丹羽由実, 小川ともよ, 田原譲, 北浦良 (名古屋大学), Pablo Solís-Fernández, 河原憲治, 吾郷浩樹 (九州大学), 野本憲太郎, 谷口卓郎, 小高大樹 (ウシオ電機株式会社 R&D 本部)

薄膜光学素子のニーズは幅広く、宇宙分野でも例えば軟 X 線を対象とする飛翔体において、熱制御、可視光防護、汚染物質防護目的等のために利用されている。これら飛翔体搭載用薄膜光学素子の実体は、アルミが成膜されている百ナノからミクロン厚程度の高分子フィルム、支持材としての金属メッシュ、および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。しかしながら従来のフィルム材質では両者の両立は難しく、特に軟 X 線帯域の感度には改善の余地が残る。そこで我々は原子 1 個分の薄さ ( $\sim 3\text{\AA}$  厚) にも関わらず耐熱性・機械強度に非常に優れたグラフェンに着目し、極端紫外から軟 X 線帯域において、超高透過率 ( $>95\%$  @ 10–1000 eV) を実現しうる超薄膜光学素子の開発に着手した。これまで我々は転写工程の確立や緻密なアルミ成膜、音響試験や原子状酸素照射試験などを実施し、宇宙環境耐性評価試験を進めてきた (三石他, 日本天文学会 2020 年春・秋季年会)。

現在は高性能化を図るため、より高い開口効率を実現するための基板デザイン的设计・試作までを終え、より大きなフリースタANDING面積を目指した新たな製作工程や複数層の検討を進めている。これらに加え X 線マイクロカロリメータ用入射窓への応用に向けた、極低温 ( $\sim 50\text{ mK}$ ) でのグラフェン素子の耐性を確認するための開発も進めている。本講演では、紫外線・X 線透過率評価試験や様々な厚さのグラフェンに対する耐久試験、およびグラフェンのユニークな物性を利用した地上機器への応用展開の現状についても報告する。