

高速クラスターイオンビーム照射による自立グラフェン膜からの 二次電子放出

Secondary electron emission from self-supporting graphene films by swift cluster ion beam irradiation

京大院工 ○(M1)宇野 鳴記, 間嶋 拓也, 斉藤 学, 土田 秀次

Kyoto Univ. ○Naruki Uno, Takuya Majima, Manabu Saito, Hidetsugu Tsuchida

E-mail: uno.naruki.46a@st.kyoto-u.ac.jp

高速クラスターイオンビームが物質に衝突すると、標的物質の電子系に対して高密度のイオン化が起こり、二次電子が生成される。我々は、クラスターサイズ、分子軸配向、幾何学的構造といったクラスター特有の要素が二次電子のエネルギーに与える影響を調べている[1]。これにより、高速クラスターイオンビームのエネルギー付与過程が理解できるようになり、イオンビーム分析への応用に繋がるのが期待される。一般に、生成された二次電子は固体内で励起、電離によってエネルギーを失いながら輸送され、表面から放出される。この輸送過程の影響を低減させることで、イオンビームから直接的にエネルギー付与された二次電子の初期エネルギー分布を測定することが可能となる。そこで、本研究では標的に単層グラフェンを用いた。単層グラフェン膜は原子一層分の厚さしかなく、輸送過程の影響を最大限に低下させることが出来る。

実験は、京都大学工学研究科附属量子理工学教育センターの2 MV タンデム型ペレトロン加速器を用いて行った。自立単層グラフェン膜に0.6 MeV / atom Si_n^+ のクラスターイオンビームを照射し、膜からビームの入射方向に対して後方に放出した二次電子を阻止電場型エネルギー分析器で測定した。分析器への二次電子の捕集効率を高くするため、膜の試料板にバイアス電圧を印加した。膜を透過した入射ビームはMCPで検出し、この信号を二次電子測定のトリガーに用いて同時測定することで膜からのみ放出した二次電子を測定した。

図に、単層グラフェンから放出した二次電子のエネルギー分布を示す。縦軸はクラスター構成原子一個あたりの二次電子収量を示す。クラスターサイズが増加することで、二次電子収量が低下していることが分かる。特に、低エネルギーの二次電子に対して、二次電子収量の低下は顕著に表れる。発表では、多層グラフェンでの実験結果と合わせて、グラフェン膜から放出された二次電子のエネルギー分布を、誘電応答関数理論を用いて考察する。その際、 Si_n^+ イオンは、クラスターサイズごとに異なる幾何学的構造をとることから、その影響についても述べる。

[1] N. Uno, *et al.*, NIM. B, 535, 215-220 (2022)

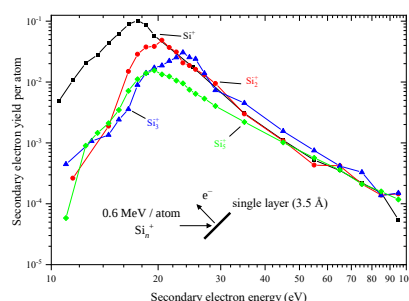


図: 0.6 MeV / atom の Si_n^+ ビーム照射による単層グラフェン膜から放出した二次電子のエネルギー分布。