

高エネルギーイオン照射によるグラフェンへのヘテロ原子ドーピング

Heteroatom-doped graphene by high energy ion irradiation

原子力機構 先端基礎¹, 東北大 金研², 九大 応力研³

○圓谷 志郎¹, 水口 将輝², 渡邊 英雄³, 檜本 洋¹, 境 誠司¹

ASRC JAEA¹, IMR Tohoku Univ.², RIAM Kyushu Univ.³

○Shiro Entani¹, Masaki Mizuguchi², Hideo Watanabe³,

Hiroshi Naramoto¹, Seiji Sakai¹

E-mail: entani.shiro@jaea.go.jp

グラフェンはスピン散乱の要因であるスピン-軌道相互作用が小さく、無機半導体を超えるキャリア移動度を示すことから、理想的なエレクトロニクス・スピントロニクス材料として注目されている。このような 2 次元層状物質への欠陥導入やヘテロ原子ドーピングなどのナノ構造制御により、電子状態・物理的性質の制御が可能になると有望視されている。私たちは高エネルギーのイオン照射によるグラフェンなどの 2 次元層状物質へのヘテロ原子ドーピング法を探索している。本研究では、LiF/グラフェンのヘテロ構造への高エネルギーイオン照射によるグラフェンへのフッ素ドーピングを行った。

Cu 箔上に成長したグラフェン上に 100nm の LiF を成膜した (図 1)。真空中において同ヘテロ界面に高エネルギーイオン ($2.4 \text{ MeV } ^{63}\text{Cu}^{2+}$) を照射した。イオン照射後の電子状態や原子構造を顕微ラマン分光および C K 吸収端 XAFS (KEK PF BL-7A) により評価した。

図 2 にイオン照射後の LiF/グラフェンの C K 吸収端 XAFS スペクトルを示す。グラフェンの $\pi^*(\text{C}=\text{C})$ 由来のピークが減少し、 $\sigma^*(\text{C-F})$ 由来の構造が観察された。同構造の X 線入射角依存性から、フッ素原子がグラフェンシート上に化学結合を形成することが明らかになった。同ヘテロ原子ドーピングは、電子励起相互作用が支配的なエネルギー領域 (数 MeV) のイオンビームをグラフェンに照射することによって、電子励起後の緩和過程で、空間的に近接し同様に励起状態にあるヘテロ原子 (LiF 層中のフッ素原子) との間で結合の組換えが生じることに起因していると考えられる。

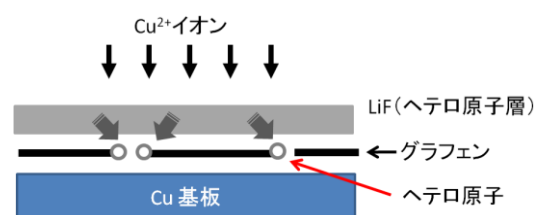


図 1: 高エネルギーイオン照射によるグラフェンへのヘテロ原子ドーピングの概念図。

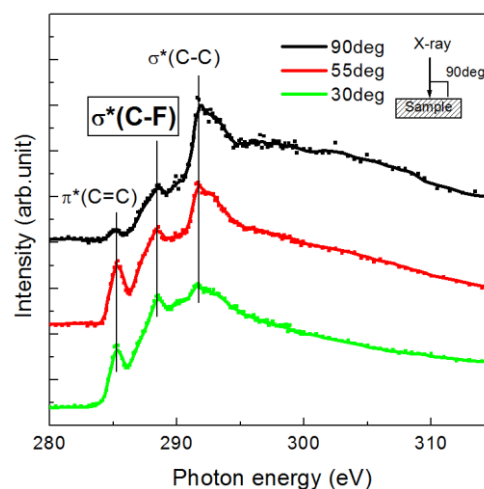


図 2: LiF/グラフェンヘテロ構造へのイオン照射後の C K 吸収端 X 線吸収スペクトル。照射により C-F 結合が形成される。