

## バイポーラ電気化学を用いた炭素材料表面への非対称修飾

(山形大工<sup>1</sup>・山形大院有機<sup>2</sup>) ○渡邊 諒<sup>1</sup>・沖本 治哉<sup>2</sup>

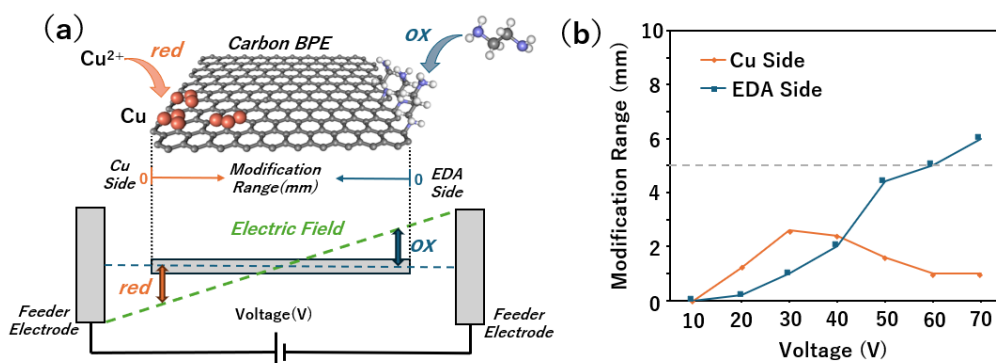
Asymmetric modification of carbon material surfaces using bipolar electrochemistry (<sup>1</sup>*Faculty of Engineering, Yamagata University*, <sup>2</sup>*Graduate School of Organic Materials Science, Yamagata University*) ○Ryo Watanabe<sup>1</sup>, Haruya Okimoto<sup>2</sup>

Asymmetric modification of carbon materials such as graphene can enable the creation of multifunctional surfaces. A common fabrication method involves restricting the modification area using a polymer film, such as PMMA, and performing modifications in multiple stages. However, residual polymer films can significantly impact the functionality of the materials. Therefore, developing methods for asymmetric modification without the use of polymer films is essential. In this study, we aimed to achieve the simultaneous asymmetric modification of carbon materials with ethylenediamine (EDA) and copper (Cu) particle deposition using bipolar electrochemistry. We also investigated the effects of applied voltage on the respective modification ranges. The range of EDA modification showed a positive correlation with the applied voltage. In contrast, the range of Cu particle deposition exhibited a positive correlation at voltages below 30 V but tended to decrease at voltages above 30 V.

**Keywords :** *Bipolar Electrochemistry; Graphene; Metal Deposition; Graphite*

グラフェンに代表される炭素材料両端への非対称修飾は複数の機能表面を実現できる。主な作製手法は PMMA のような高分子膜で修飾範囲を限定して多段階に修飾するが、グラフェンのような原子層物質では高分子膜の残留は機能へ大きく影響するため高分子膜を用いない非対称修飾が必要である。本研究では図 1(a)に示すバイポーラ電気化学反応を利用した炭素材料へのエチレンジアミン(EDA)と Cu 粒子析出の同時非対称修飾を目的とし、印加電圧が各々の修飾範囲に及ぼす影響を調べた。

図 1(b)に feeder 電極間の印加電圧と修飾範囲の関係を示す。EDA 修飾範囲は印加電圧と正の相関を示した。一方で、Cu 粒子析出範囲は 30V 未満では正の相関を示したが、30V 以上では減少する傾向を示した。また、EDA 修飾は全ての電圧条件において Carbon BPE 面内方向への修飾のみが起こっていたのに対し、Cu 粒子析出では 30V 以上の電圧において BPE 内に加えて面外方向への金属析出も活発に起こった。



**Figure. 1**(a) Schematic of ethylenediamine modification and copper deposition using bipolar electrochemistry and potential gradient diagram of bipolar electrochemistry. (b) Diagram of relationship between applied voltage and modification range.