

グラフェン上の金属原子のその場 TEM 観察

Electron microscopy study of metal-graphene interaction

筑波大数理¹, NIMS², ○狩野 絵美^{1,2}, 橋本 綾子^{1,2}, 竹口 雅樹^{1,2}

University of Tsukuba¹, National Institute for Materials Science²

○E. Kano^{1,2}, A. Hashimoto^{1,2}, M. Takeguchi^{1,2}

E-mail: KANOU.Emi@nims.go.jp

【背景】グラフェンは炭素原子が六員環格子状に結合してできた単原子層のシートであり、高い電子移動度、熱伝導度、比表面積、機械的強度など、様々な優れた特性を持つことから、各種デバイスへの応用が期待されている。また金属サブナノ粒子/グラフェンの特異な触媒特性が注目されている。我々はこの金属/グラフェン系における構造の TEM 構造解析や動的な振る舞いに関する研究を行っている。多くの元素のグラフェン上での原子位置は密度汎関数理論 (DFT) によって理論的に計算されているが、これらを実験的に観測した例は少ない。そこで本研究では、球面収差補正機能を有する透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて、グラフェン上の金属原子の構造や挙動の原子分解能観察を行った。

【実験】化学気相成長 (CVD) 法によって Cu 上に合成されたグラフェンを支持膜付きの TEM グリッドに転写し、中空に保持した単層グラフェン試料を得た。金属原子はプラズマスパッタリング装置などにより極少量蒸着した。グラフェンへのダメージ (ノックオン閾値: 86 keV) を低減するため、電子線の加速電圧は 60 kV または 80 kV として観察を行った。

【結果】図 1 は Cu 原子の室温観察の結果であり、Cu 原子はグラフェンに空いた小さな穴のエッジ付近に黒いコントラストとして観察されている。図に示すように、Cu 原子が穴のエッジを這いまわり、穴の一部を修復していった。一方、Pt 原子の場合は修復もエッチングの効果も示さないことが観察された。先行研究において、Si 原子や他の金属原子 (Cr, Ti, Pd, Ni, Al など) はグラフェンをエッチングする作用があると報告されているのに対し [1, 2]、Cu 原子に関する報告はないが、今回、Cu 原子は周囲の炭素原子を再構成するという興味深い物性を示すことがわかった。

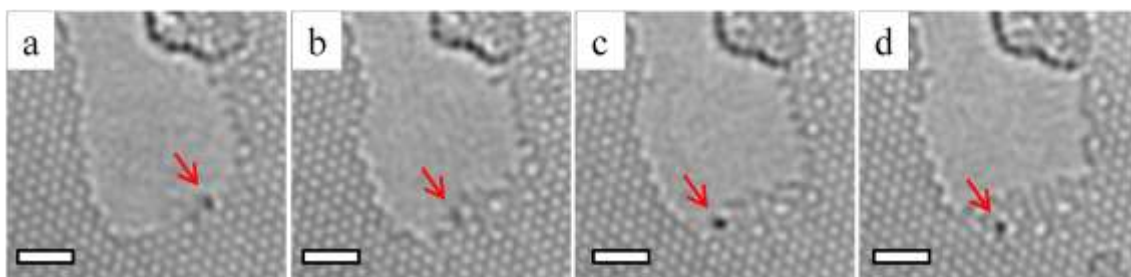


図 1 グラフェンエッジの Cu 原子の TEM 像 (スケールバー: 1 nm)

参考文献

- [1] Wang, W. L. *et al.* Direct observation of a long-lived single-atom catalyst chiseling atomic structures in graphene. *Nano Lett.* **14**, 450–5 (2014).
- [2] Ramasse, Q. *et al.* Direct experimental evidence of metal-mediated etching of suspended graphene. *ACS Nano* **6**, 4063–4071 (2012).

謝辞：本研究の一部は、文部科学省のナノテクノロジープラットフォームの支援を受けて実施されました。