

# グラフェン表面に形成した Pt 単原子分散体の原子分解能イメージング

## Atomic resolution imaging of single Pt atoms dispersed on graphene.

北大院工 ○山崎 憲慈, 守屋 理, 杉本 峻

白金 (Pt) などを単原子単位で分散させた物質は“単原子触媒”と呼ばれ、次世代の触媒材料としてますます注目が集まっている。しかしながら単原子同士が凝集しやすく容易にナノ粒子を形成してしまう、単原子を担持させる物質によって触媒活性が著しく変わることが問題となっており、単原子の吸着構造を理解することが重要になっている。本研究ではプラズマスパッタリングによってグラフェン表面に白金 (Pt) 単原子を形成し、収差補正透過型電子顕微鏡(TEM, STEM)による原子分解能イメージングした結果について報告する。

化学気相成長 (CVD) 装置によって単層グラフェンを銅箔上に作成後、PMMA などのポリマーを使用しない方法により TEM グリッドに転写した[1]。その後、大気中プラズマスパッタリングによって、Pt 単原子の分散体をグラフェン表面に形成した [2]。スパッタリング中の雰囲気窒素を窒素に変更することで Pt 単原子の形成と同時にグラフェン中に窒素を導入した[3]。Pt 単原子分散体の観察は収差補正透過型電子顕微鏡 (80kV、Titan Cubed G2 60-300, JEM-ARM200F) によって行った。Fig.1 に Pt 単原子分散体の走査透過型電子顕微鏡 (STEM) 像を示す。輝点の直径、エネルギー分散型 X 線分光 (EDX) 分析から Pt 単原子を同定した。ほとんどの Pt 単原子はグラフェンのステップエッジに吸着していることがわかった。Fig.2 に窒素ドーピンググラフェンに担持した Pt 単原子の STEM 像と原子配置を示す。グラフェンの六員環は STEM 像の強度から炭素の位置を特定することで配置した。2 層目のグラフェンの炭素原子は 1 層目のグラフェンの六員環を整列させ、STEM 像と同時に取得した電子エネルギー損失分光(EELS)マッピングも併用して配置した。窒素は炭素と原子番号が近いので、STEM 像の強度に大きな違いがないが EELS マッピングでは窒素を単原子単位で検出できた。具体的な原子配置方法、Pt 単原子の電子状態と安定性に関する考察の詳細は現地発表で報告する。

### Reference

[1] K. Yamazaki, et al., J. Phys. Chem. C. 122, (2018) 27292. [2] K. Yamazaki, et al., J. Phys. Soc. Jpn. 87 (2018) 061011. [3] R. Sugimoto, et al., J. Phys. Chem. C. 125 (2021) 2900.

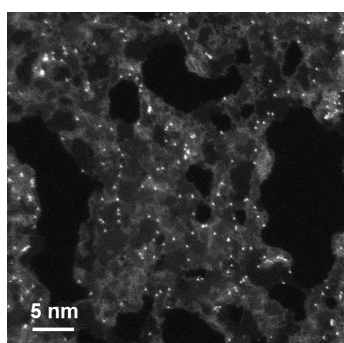


Fig. 1 STEM image of single Pt atoms dispersed on graphene.

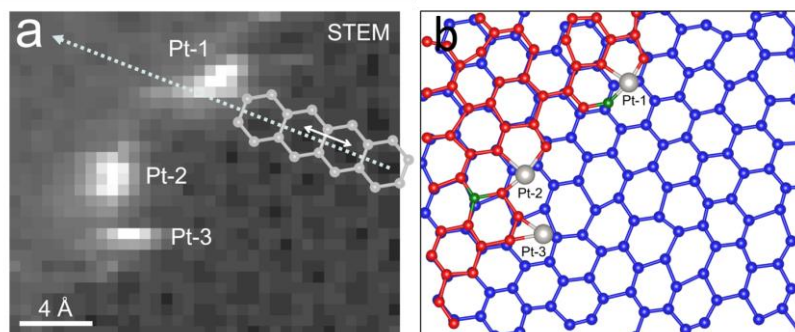


Fig. 2 (a) STEM images Pt single atom on N-doped graphene (b) Atomic arrangement of (a). Green atom is doped Nitrogen in graphene.

