

ナノレベルでの単層グラフェンのプロトン透過能評価

Characterization of Proton Permeability of Monolayer Graphene at Nanometer Scale

原子力機構先端基礎¹、原子力機構物質²、北大院³ ○保田 諭¹、田村和久²、丹野 駿³、
佐藤祐輔³、加藤 優³、八木一三³、朝岡秀人¹

JAEA ASRC¹, JAEA MSRC², Hokkaido Univ.³, °Satoshi Yasuda¹, Kazuhisa Tamura², Shun Tanno³,
Yusuke Sato³, Masaru Kato³, Ichizo Yagi³, Hidehito Asaoka¹

E-mail: yasuda.satoshi@jaea.go.jp

【序論】単層グラフェンは、プロトンを透過する物質透過能を有することが報告され、単原子層および高機械的強度といった特徴から、高スループットの選択的プロトン透過膜として期待されている。しかしながら、グラフェン構造内のどのような位置から透過するのかといった詳細な知見は得られておらず、ナノスケールでの機構解明が切望されている。我々はこれまでに、化学気相蒸着(CVD)法により Au(111)単結晶表面上に単層グラフェンを合成(単層グラフェン/Au(111))する技術を確認してきた。¹また、電気化学的手法による水素発生反応を誘起すると、グラフェンを透過したプロトンが Au(111)面上で水素に還元、水素のグラフェンに対する不透過能によりグラフェン-Au(111)界面に水素ガス由来と考えられるナノバブル構造が形成されるのを原子間力顕微鏡により明らかにしている。本研究では、上記技術に走査型トンネル顕微鏡(STM)を適用し、単層グラフェンのプロトン透過パスをナノスケールで明らかにすることを試みた。

【実験】CVDにより Au(111)表面上にグラフェンを合成した。0.1 M H₂SO₄ 水溶液中において、得られた試料に水素発生反応を誘起し(対極: Pt、参照極: Ag/AgCl(Sat. KCl))、その過程を STMにより評価を行った。

【結果】CVDにより合成したグラフェン/Au(111)についてラマン分光測定を行った結果、グラフェンの六員環構造の面内伸縮振動由来のGバンドと単層グラフェンに特徴的なローレンツ型ピークをもつ2Dバンド(半値幅 25 cm⁻¹程度)が観察されたことから、単層グラフェンの合成を確認した。次に、電気化学的手法により水素発生反応を誘起した単層グラフェン/Au(111)について STM測定を行った結果、水素発生反応後ではstepおよびbasal面部位にナノバブル構造が形成されるのを確認した(Fig.)。一部のナノバブル構造表面には、グラフェンの六員環構造が乱れている個所があるのがSTMにより確認されたことから、グラフェン表面に存在する格子欠陥がプロトンの透過パスとして機能していることが示唆された。以上、単層グラフェンのプロトン透過能に関するナノレベルでの知見を得た。

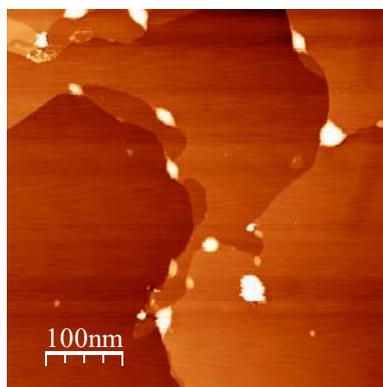


Fig. 水素発生反応後の単層グラフェン/Au(111)のSTM像。

【参考文献】

1. S. Yasuda et al., *J. Phys. Chem. Lett.*, **6**, 3403 (2015).