

単層グラフェンのプロトン透過能と電気化学的手法を利用した グラフェン-金属界面への水素ナノバブル形成

Hydrogen Nano-Bubble Formation at Graphene – Metal Interface Utilizing

Graphene Proton Permeability and Electrochemical Hydrogen Evolution Reaction

原子力機構 先端基礎¹、原子力機構 物質²、北大院環境³ °保田 諭¹、田村和久²、矢野雅大¹、
寺澤知潮¹、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,

Masahiro Yano¹, Tomoo Terasawa¹, Masaru Kato³, Ichizo Yagi³, Hidehito Asaoka¹

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

【序論】グラフェン-グラフェン界面およびグラフェン-基板界面は、様々な気体・液体をナノレベルで閉じ込めることでナノ反応場や物理化学現象を評価するナノ評価場として利用されている。我々はこれまでに、化学気相蒸着(CVD)法を用いて Au(111)単結晶表面上に単層グラフェンを作製(単層グラフェン/Au(111)電極)する技術確立¹、単層グラフェンのプロトン透過能評価を報告してきた。その結果、グラフェンを透過したプロトンが Au 表面で電気化学的に水素に還元、グラフェンの水素分子の不透過能によって、単層グラフェン-Au(111)電極界面に水素ナノバブル構造が形成するのを走査型トンネル顕微鏡(STM)により見出している。本研究では、グラフェンのプロトン透過能のさらなる検証を行うと共に、新しい水素貯蔵材料の創製を目指し、グラフェン-Au(111) 界面に形成する水素ナノバブルの生成機構の詳細について評価した。

【実験】CVD により Au(111)表面上に単層グラフェンを合成した。得られた電極について 0.1 M H₂SO₄ 水溶液中で水素発生反応を誘起したのち(対極: Pt、参照極: 可逆水素電極)、大気中 STM により形成した水素ナノバブル評価を行った。

【結果】水素ナノバブルサイズの水素発生反応時間依存性について STM により評価を行った。その結果、初期の水素発生反応時間においてはナノバブルの生成は観察されないが(インキュベーション時間)、10min 以降の反応時間で Au ステップ近傍から選択的にナノバブルが核生成、その後は、テラス上からのナノバブルの核生成と成長が観察される、シグモイド型の時間発展を示すことが明らかとなった(Fig. 1)。この結果は、Au-グラフェン界面に生成した水素分子が界面内を拡散し、水素ナノバブルの核生成・成長が起きることを示唆し、グラフェン-金属界面における水素ナノバブル形成機構の基礎的知見を得た。

【参考文献】

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

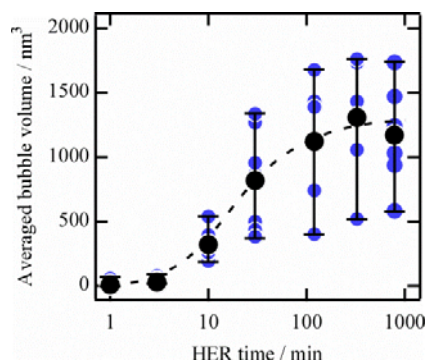


Fig. 1 Averaged bubble volume vs. HER time. ($V = -0.3\text{V}$ vs. RHE)