

# 金ナノ粒子触媒被覆グラフェン/グラファイトの低ダメージラジカル窒化

## Low Damage Radical Nitridation of Gold Nanoparticle Catalyst Coated Graphene

防衛大 ○北嶋 武, 加藤 涼, 三宅 万智子, 中野 俊樹

National Defense Academy, ○Takeshi Kitajima, Ryo Katou, Machiko Miyake, and Toshiki Nakano

E-mail: kitajima@nda.ac.jp

### 1. はじめに

燃料電池用触媒をはじめとした窒化グラフェンの触媒活性<sup>1</sup>が近年注目されている。我々は金ナノ粒子の触媒性<sup>2</sup>をグラフェン表面反応へ応用し、プラズマ照射によるダメージを低減しつつグラフェンの窒化が可能なプロセスを検討している。

### 2. 実験結果

超高真空チャンバー内でグラファイト結晶に電子ビーム蒸着により Au を 2 分蒸着する。図 1(a) に Au ナノ粒子の AFM 像を示す。次にプラズマチャンバー内で 10 Pa の NH<sub>3</sub>-Ar (1:3) 混合プラズマ(ICP, 70 MHz, 100 W)を生成し、直接または 30line/inch の SUS304 製シングルメッシュを通過したラジカルと光を 10 分間試料へ照射した。図 1(b)に XPS による原子組成の照射条件依存性を示す。ラジカル+光照射では金ナノ粒子のスパッタが防止され、Au 比率が保たれている。金ナノ粒子被覆後ラジカル+光照射することで窒化が促進されることがわかる。金ナノ粒子への光照射によりプラズモンが励起され、窒化反応が促進されたものと推測される。

図 1(c)にグラファイト上に見られるグラフェン島をスポット測定したラマン散乱スペクトルでの成分比の変化を示す。金ナノ粒子+ラジカル+光照射では I<sub>2D</sub>/I<sub>G</sub> 比が顕著に低下していない。イオン衝撃によるグラフェン島の構造変化が防げていることが見て取れる。金ナノ粒子+プラズマ照射では I<sub>2D</sub>/I<sub>G</sub> 比が低下するものの、プラズマ直接照射よりも I<sub>D</sub>/I<sub>2D</sub> 比が低く、sp<sup>3</sup>結合由来の D バンドが強くないため、二次元結晶性が保たれていると判断できる。以上から、表面プラズモン励起の効果によって Au ナノ粒子の触媒活性が発現し、ラジカルによる低損傷での窒化グラフェンの形成が可能になったと考えられる。

<sup>1</sup> Haibo Wang, Thandavarayan Maiyalagan, and Xin Wang, ACS Catalysis **2**, 781 (2012).

<sup>2</sup> Marie-Christine Daniel and and Didier Astruc, Chemical Reviews **104**, 293 (2004).

図 1.(a)

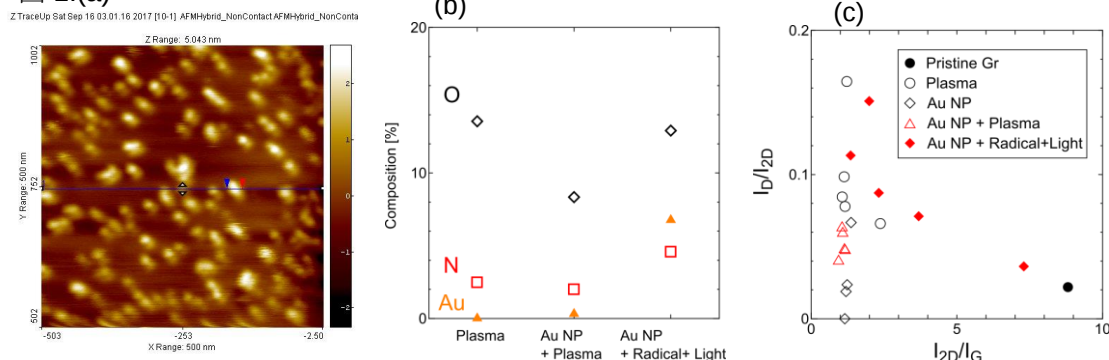


図 1. (a) グラファイト上に生成した Au ナノ粒子の AFM 像, (b) 窒化処理後の表面組成の条件依存, (c) ナノ粒子と照射粒子の違いによるラマン散乱スペクトル成分比の変化