

液中プラズマを用いたナノグラフェン合成における活性種の効果 [II]

Effects of radicals on nanographene synthesis using liquid plasma [II]

名大低温プラズマ¹, 名大院工²

○近藤 博基¹, 濱地 遼², 堤 隆嘉¹, 石川 健治¹, 関根 誠¹, 堀 勝¹

Nagoya Univ. Ctr. Low Temp. Plasma¹, Nagoya Univ. Eng.² ○Hiroki Kondo¹, Ryo Hamaji²,

Takayoshi Tsutsumi¹, Kenji Ishikawa¹, Makoto Sekine¹, Masaru Hori¹

E-mail: hkondo@nagoya-u.jp

アルコールに対する液中プラズマ照射によって、高い結晶性を有するナノグラフェンを 1 mg/min.以上の速度で合成することが可能である[1-2]。さらに合成原料としてのアルコール種依存性などを調べた結果、アルコールの分子量が大きいほどナノグラフェンの合成速度が高くなる一方で結晶性は低下する、トレードオフの関係があることがわかっている。しかしプラズマ照射によるアルコールの分解過程や、各種の活性種がナノグラフェン合成、結晶性改善またはダメージ誘起に及ぼす効果は明らかになっていない。本研究では、アルコール原料への 5 分間のプラズマ照射と合成物のフィルタリングを交互に繰り返すサイクルプロセスにおいて、アルコール原料の種類が、生成される活性種、グラフェンと液中の副生成物に及ぼす効果を詳細に調べた。

ガラス製のビーカーに 200 ml のエタノール、1-プロパノール、1-ブタノールを注ぎ、さらに Ar ガス 6 slm を流して気相を満たした。AC 9 kV を電極間に印加して、プラズマを生成した。5 分照射後、吸引濾過によりナノグラフェンを収集し、残った濾液に対して再びプラズマを 5 分間照射した。このサイクルを 8 回繰り返し、合計 40 分間の照射とした。

図 1 は、サイクルプロセスにおけるナノグラフェン合成量のプラズマ照射時間依存性である。分子量の大きいアルコール種を用いるほど合成速度が大きい、プラズマを連続照射した場合と同様の傾向が見られた。さらにプラズマ照射に伴うアルコール原料の変質に関わらず、合成速度は一定であった。一方、X 線回折プロファイルから求めたナノグラフェンの黒鉛化度が 25 分以降で低下することがわかった。この時、プラズマ発光スペクトルにおいて OH 発光ピークが減少することから、OH ラジカルがナノグラフェンの結晶性に寄与することが示唆された。

[1] T. Hagino et al., Appl. Phys. Exp. 5 (2012) 035101.

[2] T. Amano et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 045101 (2018)

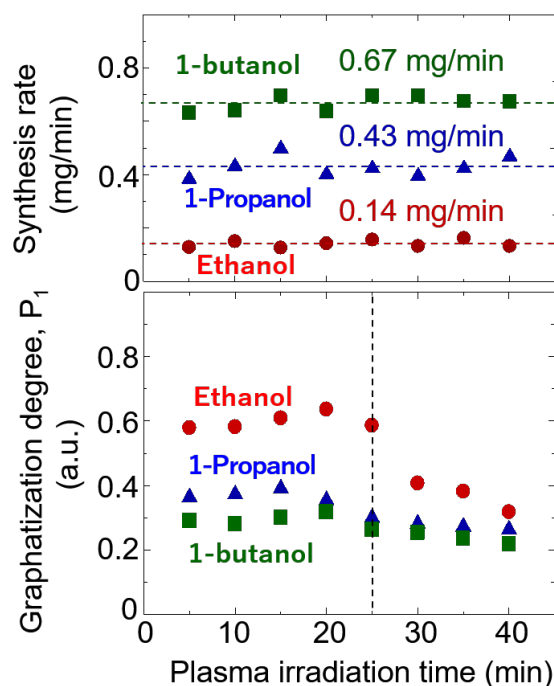


Fig.1 Plasma irradiation time dependence on (a) growth rate and (b) graphitization degree of nanographene.