

フェムト秒レーザー生成液中プラズマによる六方晶窒化ホウ素微粒子の表面改質(2) -表面改質微粒子の液中分散性評価-

Surface Modification of Hexagonal Boron Nitride Fine Particles by Femtosecond Laser Generated Plasma in Liquid (2) -Liquid Dispersibility Evaluation of Surface Modified Fine Particles-

東大院新領域¹, 産総研オペランドOIL²

○(D)小池 健^{1,2}, 宗岡 均¹, (P)井上 健一^{1,2}, 伊藤 剛仁¹, 寺嶋 和夫^{1,2}, 三浦 永祐²

The Univ. of Tokyo¹, AIST-UTokyo OPELANDO-OIL²

○Takeru Koike^{1,2}, Hitoshi Muneoka¹, Kenichi Inoue^{1,2}, Tsuyohito Ito¹, Kazuo Terashima^{1,2}, Eisuke Miura²

E-mail: koike@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

【背景】数十-百フェムト秒程度の超短パルス幅を持つフェムト秒レーザーパルスはピーク出力が非常に大きい特徴を有しており、材料プロセス応用が盛んに進められてきている[1]。高強度フェムト秒レーザーの水中への集光照射により、水の直接電離を介して水和電子が豊富に生成された[2]液中プラズマ反応場が生成可能であり、これを利用した金属ナノ粒子の合成[3]・微細化[4]が報告されている。こうしたレーザー並びに反応場の性質を活かした更なる材料プロセス展開として、本発表では機能性複合材料作製に向けた六方晶窒化ホウ素(hexagonal boron nitride: hBN)微粒子の表面改質プロセスへの展開を報告する。

hBN はグラフェンのような六角形構造を持つ層状物質であり、高熱伝導性、電気絶縁性といった特徴から、hBN 微粒子をフィラーとした柔軟・強靱なエラストマーとの複合化による機能性複合材料作製が期待される。複合材料の性能向上にはフィラー微粒子の液中・材料中分散性が重要であり、hBN フィラーにおいては例えば液中放電プラズマ処理を用いた OH 基などの親水性官能基修飾による材料中分散性向上、並びに複合材料の性能向上が報告されている[5]。本発表ではフェムト秒レーザー生成液中プラズマにおいて表面改質を行った hBN の液中分散性評価を報告する。

【実験】 ナノ粒子トラッキング解析 (Particle Metrix: Zetaview) を用いて、hBN 微粒子個々の電気泳動速度測定によるゼータ電位の測定、並びにブラウン運動観察による粒径分布の算出を行った。測定試料として、波長 800 nm, パルス幅 50 fs, エネルギー 5 mJ/pulse のフェムト秒レーザーパルスを繰り返し周波数 10 Hz で 30 分間照射した 2 mL の 0.01wt% hBN 水分散液と、未照射の hBN 水分散液を、それぞれ KOH で pH9 に調製した水

溶液で希釈したものを用いた。

【結果・考察】 Fig. 1 にゼータ電位測定結果を示す。未照射 hBN のゼータ電位が平均 -55 mV であるのに対し、レーザー照射 hBN は平均 -67 mV であり、ゼータ電位の絶対値増加が確認された。ゼータ電位の絶対値増加はプラズマ処理 hBN でも確認されており[6]、要因として OH ラジカルなどの化学活性種が豊富なプラズマ反応場を介した OH 基などの親水性官能基修飾を挙げている。本研究でも水中へのレーザー集光による水和電子の豊富なプラズマ反応場の生成が確認されており、同様の親水性官能基修飾が起こっている可能性が考えられる。また、得られた粒径分布からはレーザー照射による hBN 微粒子の微細化が示唆された。本発表では更なる結果と共に詳細を報告する。

本研究の一部は JSPS 科研費 21H04450 の助成を受けたものである。

【引用文献】

- [1] Liu, X. *et al.* IEEE J. Quantum Electron. **33** (1997) 1706.
- [2] Sakakibara, N. *et al.* Phys. Rev. E **102** (2020) 053207.
- [3] Muttaqin *et al.*, Appl. Phys. A **120** (2015) 881.
- [4] Werner, D. *et al.* J. Phys. Chem. C **115** (2011) 8503.
- [5] Inoue, K. *et al.* J. Phys. D: Appl. Phys. **54** (2021) 425202.
- [6] Ito, T. *et al.* Appl. Phys. Express **13** (2020) 066001.

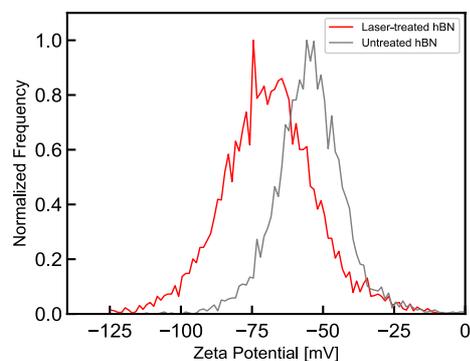


Fig.1 Measured zeta potential at pH 9 for laser-irradiated for 30 minutes and unirradiated hBN (laser-irradiated hBN: red line, unirradiated hBN: gray line)