

液中プラズマプロセスによる 機能性微粒子の創出

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ 研究内容

サブマイクロ～ナノサイズの微粒子は、量子効果および表面効果などにより、バルク構造では見られない物性を示すため、次世代機能性材料として広く研究が行われている。多数の微粒子が存在するなか本研究では、液中プラズマプロセスによる新規機能性微粒子合成および微粒子改質による機能性の付与に取り組んでいる。液中プラズマプロセスは固体・液体・気相・プラズマの多相反応空間であり、高い媒質密度を持つ液体雰囲気中でプラズマ生成を行うことで、高密度なラジカル種の形成や雰囲気液体による急冷効果による非平衡反応空間の生成などにより、化学的合成法では実現が困難な非平衡物質の合成が期待できる。

そのような液中プラズマにおいて、本研究では、以下の2つの方法により、機能性微粒子を創出する

1) 高圧液体中でのレーザー誘起プラズマによる機能性ナノ粒子の合成

本研究では、図1に示すような高圧力液体雰囲気における固体表面へのレーザー誘起プラズマを用いたナノ粒子合成に取り組んだ。固体表面にレーザー光を照射し、固体原料を主成分とした高い非平衡性を持つレーザー誘起プラズマを発生し、周囲の液体との相互作用を通じナノ粒子を合成する。ほぼ全ての固体試料を原料として用いることができ、多彩なナノ粒子合成を可能とする手法の一つである。高い媒質密度を持つ液体雰囲気中で急速なプラズマ生成を行うことで、時間・空間両者において高い非平衡性をともなう反応空間が生成され、化学的合成法では実現が困難な非平衡物質の合成が期待できる。また、化学合成における不純物の介在の恐れも少ない。

本研究では更に液体圧力を制御因子とし、反応時間や急冷過程を制御した。レーザー誘起プラズマによる昇温・昇圧により、超臨界流体雰囲気の特異物性を利用した反応創成も期待できる。以上の様な背景のもと、水-アルコール混合溶液雰囲気におけるZnレーザーアブレーションナノ粒子合成における、雰囲気圧力および液体組成の影響を明らかにすることを目的とし、本研究に着手し、その結果溶媒圧力・溶媒組成の2つのパラメータにより、合成されるZnOナノ粒子表面の点欠陥状態の操作が可能であることが示唆された。本結果を受けて表面点欠陥状態を操作したZnOナノ粒子の紫外光応答の酸素分圧依存性を評価した結果、特定の点欠陥状態を有するZnOナノ粒子の

みが酸素分圧に依存した紫外光応答を示す可能性が示唆された。本研究で得られた成果は、ZnOナノ構造体の微細構造制御やZnOナノ構造体の実際の酸素センサ応用開発に寄与する成果といえる。

2) 液中放電プラズマによる微粒子の表面改質

本研究では、ポリマーとの相溶性に優れた微粒子を創出することを目的とし、図2に示すような装置を用いて水溶液中でのプラズマによる微粒子表面状態の改質を行っている。水溶液中プラズマにおいては、気相プラズマに比べ高密度なOHラジカルやOラジカル、Hラジカルなどにより、微粒子表面への親水基付与が期待できる。発表においては、プラズマ改質による有機無機コンポジットの機械的特性の向上等の成果について報告する予定である。

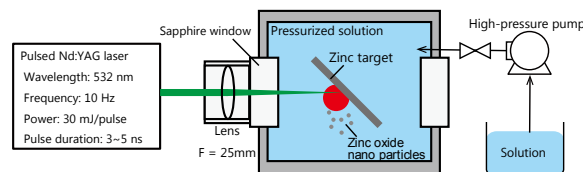


図1 高圧液体中レーザー誘起プラズマ発生装置

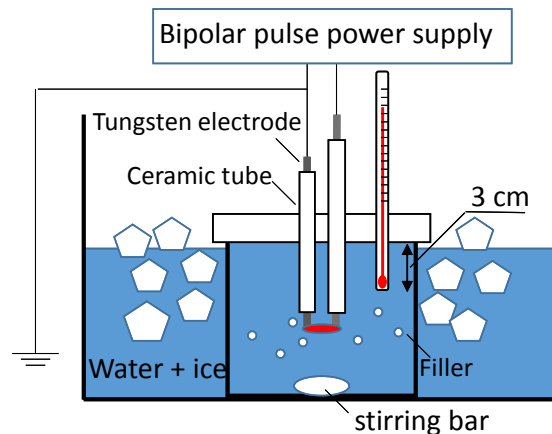


図2 液中放電プラズマ発生装置

代表発表者 後藤 拓(ごとう たく)
 所属 東京大学大学院新領域創成科学研究科
 物質系専攻寺嶋・伊藤研究室
 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ
 タフコンポジット材料プロセスチーム
 問合せ先 〒277-8561 千葉県柏市柏の葉 5-1-5-504 基盤棟 5 階 5A1 号室
 TEL: tel:04-7136-3797(63797)
 goto@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

■キーワード: (1) ナノ粒子
 (2) 液中プラズマ
 (3) 複合材料