

大気圧プラズマを用いた新たな電気分解と金属ナノ粒子生成

○白井 直機^{*1)}、内田 諭^{*1)}、朽久保 文嘉^{*1)}

1. はじめに

プラズマプロセスはこれまで低気圧環境下で半導体プロセスを中心に用いられ、その微細化・高機能化に貢献してきた。近年では、プラズマを低気圧環境という制約に捉われず大気圧環境下で生成する技術が進展し、環境技術、材料プロセス、バイオ医療応用など、多方面での研究が進められている。プラズマを大気圧環境下で生成できる利点は、液体・生体など多様な媒質に対して照射が可能であることである。筆者らはこれまでに、水面上にプラズマの一つである大気圧グロー放電を生成する手法を基礎研究として提案し、その諸特性を調査してきた。本研究では、それらの応用法の一つとして、プラズマを利用した電気分解反応により、プラズマ-液体界面で金属ナノ粒子を生成する手法を示す。通常電気分解反応は、金属電極を水中に沈め、電圧を印加することで発生するが、本手法は、図1に示すように金属電極の代わりにプラズマを用いて電気分解を発生させる。この手法を用いると、プラズマの発生により液体表面へ正イオン、あるいは電子が照射される通常電気分解とは異なる電解反応となる。この通常とは異なる電解反応により、金属ナノ粒子の生成が可能となる。

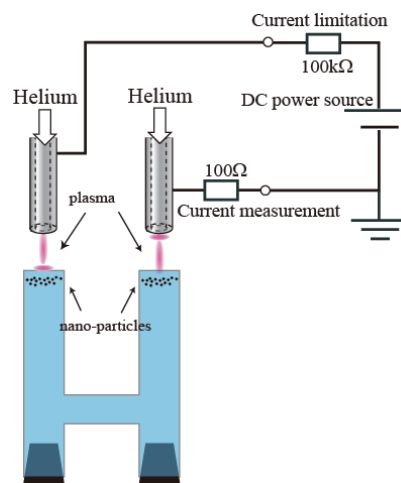


図1. プラズマ電気分解実験装置

2. 実験手法・結果

実験装置は図1に示すような2つの放電プラズマを利用した電気分解装置であり、ナノ粒子生成の材料源として硝酸銀溶液、塩化金酸溶液を用いた。放電プラズマを安定に生成するために金属のノズルよりヘリウムを流してプラズマを生成する。

塩化金酸溶液を用いてプラズマ電気分解を発生させた際の様子を図2に示す。時間の経過とともに液体は赤く変化する。これは金ナノ粒子の表面プラズモン共鳴によるもので、液中に金ナノ粒子が存在していることを示している。液体の色の濃さは、陽極側の方が濃い。実際に生成されたナノ粒子を透過型電子顕微鏡（TEM）で観測したところ、陽極側は三角形や棒状の形状を含んだ100 nm程度の粒子が生成されたのに対して、陰極側では数10 nm程度の球状の粒子が生成されたことを確認した（図3 (a) および (b)）。ナノ粒子の生成の詳細なメカニズムは不明であるが、プラズマの極性などが重要なパラメータであることを実験的に明らかにした。今後、生成メカニズムを明らかにした上で、プラズマへのエネルギー注入などを制御すれば、プラズマを active な電極としたさまざまな応用への展開が期待できる。

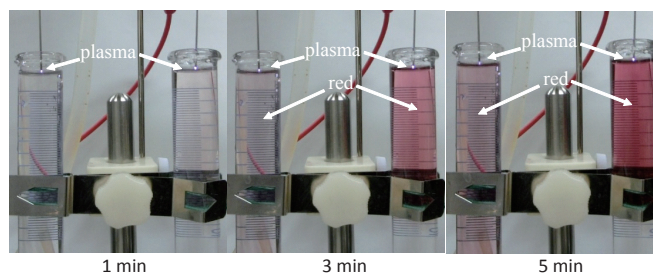
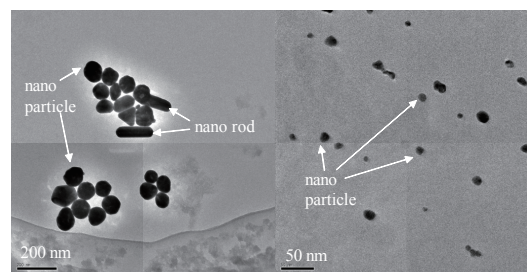


図2. 塩化金酸溶液を用いたプラズマ電気分解の様子



(a) プラズマ陽極 (b) プラズマ陰極

図3. プラズマ電気分解により生成された金ナノ粒子のTEM像

*1)首都大学東京