

金ナノ粒子プラズマ還元合成における 電子照射エネルギーの効果

Effect of the Electron Irradiation Energy on Plasma Reduction Synthesis of Gold Nanoparticle

東北大院工, °高橋 祥平, 金子 俊郎

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ., °Shohei Takahashi, Toshiro Kaneko

E-mail: takahashi11@ecei.tohoku.ac.jp

構造制御した金属ナノ粒子は、触媒活性、感光反応性、生体への適合性などにおいて注目を集めている。特にプラズマ-液相界面を用いたナノ粒子合成 [1,2]は、プラズマ構造を放電電圧や印加磁場強度等により変化させて液相に転写することで、合成するナノ粒子の構造を制御することが可能なため有益である。筆者らは、減圧環境下においてプラズマの詳細な構造制御を可能とするために、液相に蒸気圧の極めて低いイオン液体 (N.N.N.-trimethyl-N-propyl- ammonium bis (trifluoromethanesulfonyl) imide) を導入した新規プラズマ技術を用いてナノ粒子合成を行った。

図 1 に実験装置図を示す。SUS ディスク(陰極)とメッシュ(陽極)の間で直流放電プラズマを生成し、装置の最下部に設置した金塩化物(HAuCl_4)を溶解したイオン液体へ照射する。その際、イオン液体をテフロンプレート上にあけた直径 4 mm の穴の中に導入した。コアプラズマ照射領域(図 1: (3))とプラズマエッジ照射領域(図 1: (2), (4))を区分してナノ粒子合成を行うことで、合成に対するプラズマ照射の効果について詳細に調べた。図 2 にナノ粒子合成の様子の放電電圧 V_{DC} 依存性を示す。その結果、コアプラズマ照射領域で V_{DC} により合成の様子に顕著な変化が現れた。筆者らは、コアプラズマ領域でのナノ粒子合成の様子の違いが、 V_{DC} によって変化する電子の照射エネルギーの違いによるものであると考えた。 V_{DC} が大きくなることで電子照射エネルギーが大きくなると、イオン液体を解離して酸化力の強い Trifluoromethanesulfonamide (TFMS)が生成され、ナノ粒子合成を阻害すると考えられる。図 3 にナノ粒子合成量 (UV-vis 吸光度)と TFMS 生成量(FT-IR 吸光度)の V_{DC} 依存性を示す。この結果から、TFMS 生成量がある閾値を超えるとナノ粒子合成を阻害することが明らかとなった。

[1] T. Kaneko, Q. Chen, T. Harada, and R. Hatakeyama: Plasma Sources Sci. Technol. **20** (2011) 034014.

[2] T. Kaneko, S. Takahashi, and R. Hatakeyama: Plasma Phys. Control. Fusion **54** (2012) 124027.

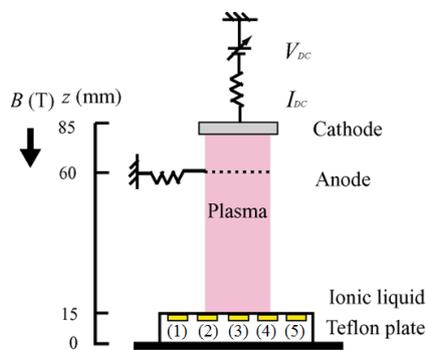


図 1: 実験装置図。

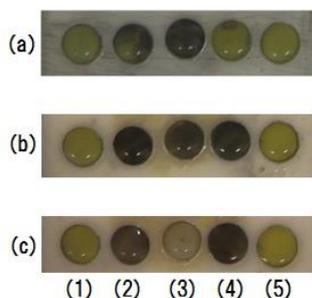


図 2: ナノ粒子合成の様子。
(a) $V_{DC}=0.7$ kV, (b) $V_{DC}=0.9$ kV, (c) $V_{DC}=1.1$ kV.

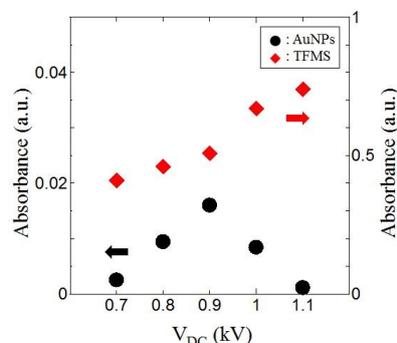


図 3: ナノ粒子合成量(UV-vis 吸光度)と TFMS 生成量(FT-IR 吸光度)の V_{DC} 依存性。