

# 収束型磁場中プラズマ構造を用いた金ナノ粒子合成の同定

## Synthesis of Structure - Controlled Gold - Nanoparticles

### Using Plasma Structure in Converging Magnetic Fields

高橋祥平, 金子俊郎

Shohei TAKAHASHI, Toshiro KANEKO

東北大院工

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ.

構造制御したナノ粒子合成は、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]はプラズマ自体が還元剤という点において有益である。筆者らは、減圧下において還元剤であるプラズマの詳細な制御を可能とするために、液相にイオン液体(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。今回、プラズマ中にリング電極を挿入することで幾何学的な構造を作り出し、その構造をイオン液体に転写してナノ粒子合成を行い、合成メカニズムの解明を目指した。また、不均一磁場を用いてプラズマの形状を変化させることで、ナノ粒子の構造制御合成に成功したので報告する。

図1に実験装置を示す。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( $\text{HAuCl}_4$ )を溶解したイオン液体へ照射する。さらに、メッシュ-イオン液体間にリング電極を挿入してプラズマ中に幾何学的に構造を作り出し、その構造をイオン液体に転写することでナノ粒子合成を行った。図2(a) にリング- イオン液体間距離  $Z_r = 25 \text{ mm}$  の場合のナノ粒子合成の様子を示す。図より、ナノ粒子はリング電極によって作られた影の領域で合成されることが明らかとなった。筆者らは、プラズマの直接照射される領域と影の領域へ照射されるイオンエネルギーの違いにより、イオン液体中のC-H、あるいはC-Fが解離することで生成される $\text{H}^*$ と $\text{F}^*$ の割合が変化するためと考えた。すなわち、プラズマの照射される領域では還元作用を持つ $\text{H}^*$ に対して、酸化作用を持ちナノ粒子合成を阻害する $\text{F}^*$ が増加することでナノ粒子が合成され難いと考えられる。

さらに、不均一磁場を用いてプラズマの直径を縮小し、金ナノ粒子の構造制御合成を行った結果を図2(b), (c)に示す。 $Z_r$ を大きくすることでナノ粒子の合成分布形状が小さくなることが明らかとなった。この結果は、 $Z_r$ を大きくすることで、リング電極とイオン液体の位置での磁気ミラー比を大きくし、プラズマ中の構造を縮小したことによる。詳細は講演で報告する。

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

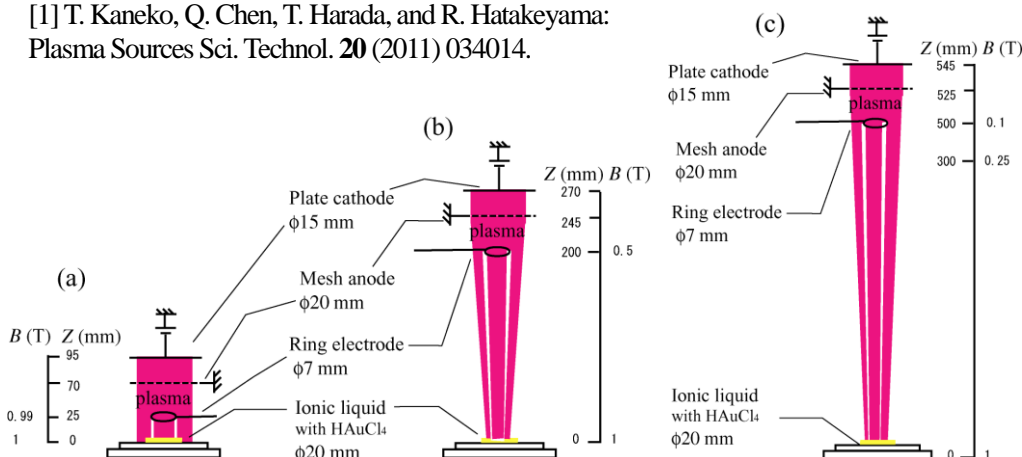


図1: 実験装置図. (a)  $Z_r = 25 \text{ mm}$ , (b)  $Z_r = 200 \text{ mm}$ , (c)  $Z_r = 500 \text{ mm}$ .

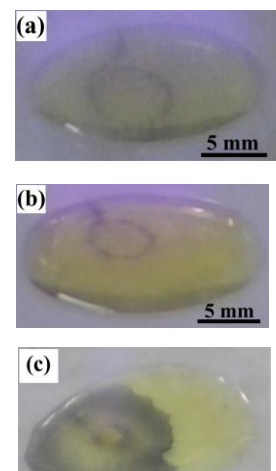


図2: ナノ粒子合成分布形状の変化. (a)  $Z_r = 25 \text{ mm}$ , (b)  $Z_r = 200 \text{ mm}$ , (c)  $Z_r = 500 \text{ mm}$ .