

水/有機溶液中ソリューションプラズマによる 金ナノ粒子高速合成

Rapid Synthesis of Gold Nanoparticles by Solution Plasma in Water/Organic Mixture

○篠 智仁¹、上野 智永^{1,4}、齋藤 永宏^{1,2,3,4} (名大院工¹, 名大グリモ², 名大未来³, JST-CREST⁴)

○Tomohito Sudare¹、Tomonaga Ueno^{1,4}、Nagahiro Saito^{1,2,3,4}

(Graduate School of Engineering, Nagoya Univ.¹, Green Mobility Collaborative Research Center,
Nagoya Univ.², Institute of Innovation for Future Society³, JST-CREST⁴)

E-mail: hiro@rd.numse.nagoya-u.ac.jp

金ナノ粒子は、触媒や導電材料、医療分野で有用である。この合成手法については、多数報告がある。しかし、粒子の径を制御し、かつ、大量に合成することが低コスト化の課題である。ソリューションプラズマ (SP) は、溶液中に生成した非平衡プラズマを利用した溶液化学反応プロセスであり、プラズマにより生成する活性種 (ここでは還元種) による高速反応を実現している。SP では、溶液中に浸漬した電極間に生成した気泡中にプラズマが生成する (図 1)。このため、還元種の生成機構は様々な溶液物性の影響を強く受けるが、その詳細は未解

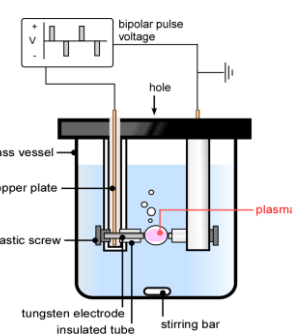


図 1 実験装置図

明である。SP によるナノ粒子の径の制御と高速化のため、溶液物性と還元種の生成機構、その知見に基づく反応の制御が必要である。一方、物理化学的視点から、水に少量の有機溶媒、特に、アルコール類を加えると、気液界面に関わる物性値、例えば、表面張力の変化につながる。この変化は、水素結合の構造が大きく変化することによることが知られている。本研究では、水/有機溶液中で金ナノ粒子の合成を行い、粒径と反応速度に与える影響を調査した。

低有機濃度において、ナノ粒子前駆体の塩化金酸イオン濃度の半減期が最小値をとった (図 2 左・中)。粒子の平均粒径についても同じ関係をとった。この濃度は、前段の水素結合の特異点と一致している。よって、この特異点付近において気液平衡 (標準状態) における気液界面の有機成分の表面過剰量をより算出すると、この値は、半減期の逆数、つまり、反応速度に関わる値と一次に比例した (図 2 右)。これより、塩化金酸イオンの還元反応は、気液界面において有機成分から生成する還元種によって進む。以上より、SP では、溶液組成を制御することで、反応速度と粒径を同時に制御できる。

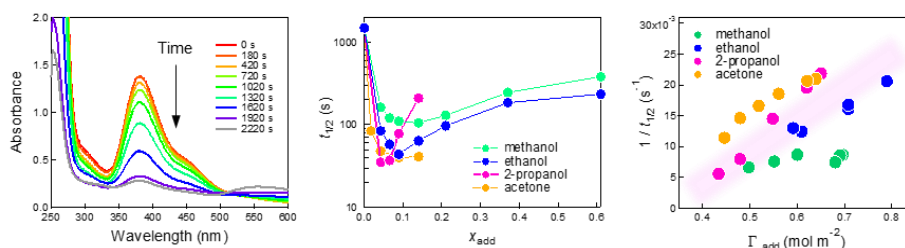


図 2 左: 水溶液中での臭化金酸イオン (塩化金酸イオンを臭素置換) の吸収スペクトルの時間変化
中: 塩化金酸イオンの半減期 ($t_{1/2}$) の溶液組成依存性 右: 半減期の逆数と表面過剰量との関係