

大気開放型水素/アルゴンプラズマジェットで合成される 金ナノ粒子の粒径制御

Size control of Au nanoparticles prepared by atmospheric H₂/Ar plasma jet
operated in open air

○清水 禎樹¹、伯田 幸也¹ (1. 産総研ナノ材料 RI)

○Yoshiki Shimizu¹, Yukiya Hakuta¹ (1.Nanomaterials RI, AIST)

E-mail: shimizu.yoshiki@aist.go.jp

1. はじめに

発表者らの研究グループでは、プラズマ場、レーザー照射場、超臨界場などに代表される特殊場を利用したナノ粒子合成に関する研究開発を行っており、その一つとして、直径がサブ mm から数 mm 程度の微小な大気開放型プラズマジェットを利用し、金属ワイヤーからナノ粒子を連続的に合成するプロセスの開発に取り組んでいる[1]。この手法では、ナノ粒子の原料である金属ワイヤーの特性に合わせてプラズマ発生条件を整える必要があり、金ナノ粒子合成では、①プラズマ発生のパルス化、②アルゴンプラズマ中への水素導入、などが効果的な条件として見出されている[2]。これまで、金ナノ粒子の粒径制御への試みから、ガス流量やパルス変調周波数をパラメータとした合成を検討してきたが、特徴的な粒径変化は見出されていなかった。本講演では、最近の研究で見出された、プラズマ中の水素濃度をパラメータとした金ナノ粒子粒径制御の可能性について報告する。

2. 実験

ナノ粒子合成装置の模式図を図 1 に示す。内径 0.8mm のアルミナ管を放電管とし、放電管下流域外部には高周波印加用コイルを、内部には直径 100 μ m の金ワイヤーをセットした。金ワイヤーは、放電管上流部の金属製ガス供給管を介して接地した。放電管内に所定混合比の水素/アルゴン混合ガス（最大水素混合濃度＝3.9vol%）を導入し、時間平均出力値約 1W の高周波（450MHz）を 100Hz のパルス周波数でコイルに印加し、プラズマを間歇的に発生させた。合成ナノ粒子は、放電管下端から約 10mm 下流に配置した直径 3mm の TEM 観察用カーボン支持膜に直接堆積させ、TEM 観察にて粒径を測定した。

3. 結果

純アルゴンプラズマでは、金ナノ粒子の合成は確認されなかったが、水素濃度が約 0.3% では、主に粒径 2～4nm のナノ粒子生成が確認された（図 2(a)）。水素濃度約 0.5、0.7% では、0.3% の場合と同様のナノ粒子が合成されたが、水素濃度が約 1% では、主に粒径 16～18nm のナノ粒子が合成された（図 2(b)）。水素濃度が 1% を超える範囲では濃度増加に伴い粒径は減少し、3% 以上で合成される粒子径は、主に 7～9nm であった（図 2(c)）。以上のような粒径の水素濃度依存性について、当日の発表では、高速カメラ撮影による放電形態の水素濃度依存性や、比熱などの観点からの考察についても発表する予定である。

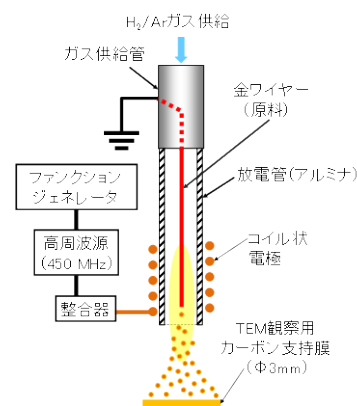


図 1：実験装置の模式図

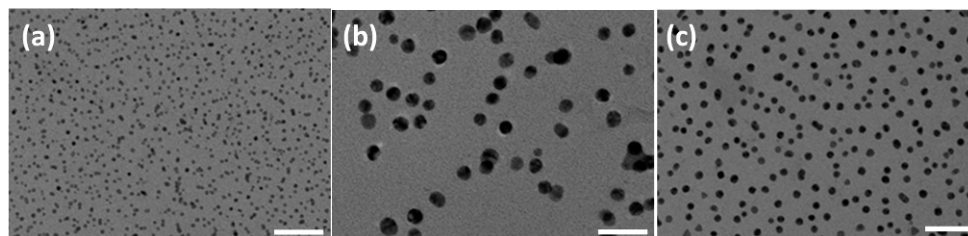


図 2: 各水素濃度で合成された金ナノ粒子の TEM 像 (a)0.5% (b)1.0% (c)3.9% (スケール bar=50 nm)

参考文献

- 1) Y. Shimizu et al: Surf. Coat. Technol., **200** (2006), 4251-4256.
- 2) Y. Shimizu et al: Appl. Phys. Lett, **94**, 191504-1-3 (2009)