

レーザーアブレーションプラズマ粒子束照射イオン液体法 によるシリコンナノ粒子合成

Silicon Nanoparticles Synthesis via Laser-Ablation Plasma onto Ionic Liquids

○伊藤 剛仁¹、津田 哲哉¹、宗岡 均²、ピアド コーリー¹、桑畑 進¹ (1. 阪大工、2. 東大新領域)

○Tsuyohito Ito¹, Tetsuya Tsuda¹, Hitoshi Muneoka², Corey Beard¹, Susumu Kuwabata¹

(1. Osaka Univ., 2. Univ. of Tokyo)

E-mail: tsuyohito@ppl.eng.osaka-u.ac.jp

ナノ粒子は、バルク構造では見られない特異な挙動を示すため、次世代機能性材料として広く研究が行われている。我々は、新規ナノ粒子合成手法として、多彩な元素フラックスをもたらすレーザーアブレーションプラズマと、極端に低い蒸気圧を持つイオン液体との融合によるレーザーアブレーションプラズマ粒子束照射イオン液体法 (LAPIL 法) の開発に取り組んでいる。LAPIL 法では、レーザー照射によって生成されたターゲット原料による粒子束を、イオン液体に降り注がせることで、ナノ粒子を生成する (図 1)。本発表では、Si ナノ粒子に関する報告を中心に行うが、本 LAPIL 法による各種ナノ粒子合成を確認してきている。

532 nm のナノ秒パルスレーザー (3-5 ns, 10 Hz) を用い、レーザー照射強度は 55 mJ/pulse とした。ターゲット上のアブレーション面積から見積もられるパワー密度は 2.3 J/mm² である。イオン液体には、トリメチルプロピルアンモニウム ビス (トリフルオロメタンスルホン) アミドを用い、雰囲気は、高真空状態から Ar ガスの導入により 76 Torr まで変化させた。ターゲット材料 (Si 基板) からイオン液体表面までの距離は本実験においては固定とし 50 mm とした。各種圧力条件における生成ナノ粒子の透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察および Si 粒子束理解のための位置依存型高時間分解発光分光計測を行った。

10 Torr Ar 雰囲気にて合成された Si ナノ粒子の TEM 像を図 2 に示す。球状の Si ナノ粒子の生成が確認できた。平均粒径は約 4 nm、サイズ分布における標準偏差は 2.3 nm であった。また、雰囲気圧力によって形状の異なる粒子が確認された。

発光分光では、真空領域において、価数に応じた Si イオン速度が観測された。粒子エネルギーは、最大で 1.5 keV に達する。一方、圧力の高い状態においては、恐らく周囲 Ar との衝突によるエネルギー緩和により、高速飛行する Si 粒子の存在は確認できなかった。これらの Si 粒子エネルギー分布の違いが生成ナノ粒子の形状変化をもたらしているものと考えられる。

会議では、想定されるモデルとともに、より詳細を報告する。

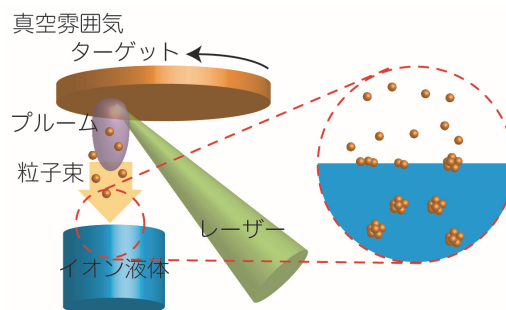


図 1 : LAPIL法概略図。

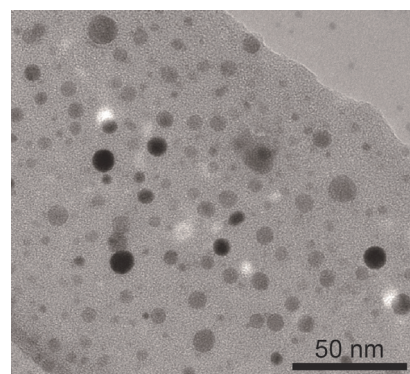


図2 : LAPIL法によって得られたSiナノ粒子のTEM像 (Ar-10 Torr)。