S603

レーザーアブレーションによるナノ微粒子生成と画像計測

Synthesis of Nanoparticles by Laser-Ablation and Its Imaging Diagnostics

岡田龍雄 九大システム情報 Tatsuo Okada ISEE, Kyushu University

1. はじめに

近年、ナノ微粒子をはじめナノワイヤーやナノロッドなどのさまざまなナノ構造体が、新しい機能性 材料として注目されている。レーザーアプレーション法は、ガス雰囲気中で適当な組成のターゲットをア ブレーションするだけの比較的簡単な構成で、さまざまなナノ構造体を作製できる。しかし、アプレー ションで生成された原子状粒子群からナノ微粒子やナノ構造体が生成される過程は、時間的・空間的に もダイナミックで複雑な過程である。ナノ微粒子やナノ構造体の作製プロセスの制御や生成過程の解明 のため、アブレーション雰囲気中の粒子挙動の解明が求められている。^{1,2)}

可視化計測は、ナノ微粒子の挙動について直接的な情報が得られる大変有力な計測手法である。しかし、生成初期の極微小なナノ微粒子の可視化計測は、検出感度の点で難しかった。我々は、最近再分解レーザー誘起蛍光法 (ReD-LIF) と名付けた、非常に高感度な新しい可視化計測法を開発した。

ここでは、レーザーアブレーションによるナノ構造体の作製におけるナノ微粒子の重要性をまず紹介 するとともに、ReD-LIFによる計測について述べる。

2. ナノ微粒子支援レーザーアブレーションによる Zn0 ナノロッドの作製

レーザーアブレーションによるナノ構造体の作製において、ナノ微粒子が重要な役割を果たしている 実例を示す。これは、数 Torr の比較的高い圧力で ZnO をアブレーションし、ZnO ナノロッド (図 1) を

作製した例である。このとき、図 2 に示すよう に、ガス中ではナノ微粒子が生成していること がレーリー散乱による可視化計測から確認さ れた。ガス圧が低く、微粒子が作製されない時 は、通常の薄膜が作製される。ナノ微粒子の生 成が、ナノロッドの作製に重要な役割を果たし ていると考えられる。



3. ReD-LIF 法

図 2 では、レーリー散乱法によりナノ微粒子を可視化している。しかし、レーリー散乱の散乱断面積 は、微粒子径の6乗に比例するため、粒子径が小さくなると急激に散乱信号が小さくなり、比較的大き な粒子が選択的に可視化される。図2においても、可視化されていない微小なナノ微粒子が存在している と考えられる。

ReD-LIF 法は、ナノ微粒子をレーザー光で加熱し、蒸発・解離(<u>ReD</u>ecomposition)したナノ微粒子からの原子をレーザー誘起蛍光法(<u>Laser-Induced Fluorescence</u>)で検出する。LIF は非常に高感度であり、 間接的ではあるがナノ微粒子をLIF による原子検出と同等の感度で可視化できる。図3に、レーザーアブレーションによるSiナノ微粒子生成の様子を、従来のレーリー散乱(図3(a))とReD-LIF(図3(b))で可視化した例を示す。図でレーリー散乱用の計測レーザーにはSi原子に共鳴した紫外光を用いているので、 アブレーションで発生したSi原子もLIFで可視化されている。図3(a)では、アブレーションで生成したSi原子群が中心部で凝縮して消滅しているが、粒子が小さいためレーリー散乱では何も見えていない。しかし、ReD-LIFでは、Si原子群が消滅した領域に、ナノ微粒子が生成している様子がはっきりと可視

化されている。Si₂分子などの測定結果とあ わせて、Si₃あるいは Si₄程度の粒子まで可 視化できていると考えられる。

文献 1) J. Muramoto, T. Inmaru, Y. Nakata, T. Okada and M. Maeda, Appl. Phys. Lett. **75**, 751 (1999). 2) Y. Nakata, J. Muramoto, T. Okada and M. Maeda, J. Appl. Phys. **91**,1640(2002).

