「レーザーアブレーションによる機能性ナノ微粒子の創製」 解説小特集号によせて

村上 浩一

筑波大学 物理工学系 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1)

Synthesis of Functional Nanoparticles by Laser Ablation

Kouichi MURAKAMI

Institute of Applied Physics, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8573

(Received January 26, 2000)

最近, "レーザーアブレーション"という言葉が市民権を得てきたように思える. レーザーアブレーション(以後, LAと略す)というパルス手法を用いることによって成し遂げられたブレイクスルーとしては, 1980年代中頃の有名なC₆₀やC₇₀などのフラーレン(Cナノ微粒子)の発見が挙げられる. さらに, LAによって, この10年ほどの間に機能的な新物性を示す多様な酸化物薄膜(ZnOなど)や人工薄膜の創製が行われたり, 1990年代後半にはCナノチューブが高効率に生成され得ることが明らかになった. このようにLA法は物質科学上の発展に大きな寄与をしてきた.

この他にも, LAの研究にはレーザーマイクロ加工・3次元加工, 生体組織(tissue)のアブレーションといった応用分野から, 生成されたプラズマのレーザー計測という幅広い分野も含まれている. LAの研究は国際的に盛んなため, 周知のようにCOLA(International Conference on Laser Ablation)と呼ばれる2年毎の国際会議とその谷間の年に開催されるレーザー・固体相互作用に関するゴールドン会議が1990年代に入って連続して開催されている. ちなみに第6回COLAは2001年10月に初めて日本(つくば)で開催される予定になっている.

これらLAを用いた研究の基礎になるものは, パルスレーザーと固体との相互作用の研究であろう. それについては, 1960年代からその時代の科学・技術の進歩と要求に合わせて研究されてきた. 例えば, 最も基礎的なアブレーション機構や生成されるレーザー・プラズマの研究に始まって, 1980年前後にはシリコンICの低温・短時間プロセスを目指した半導体のレーザーアニールの研究が盛んになった. しかし, いくつかの理由で成功には至らなかったが, その技術はガラス上に成長させる薄膜トランジスタ用のポリシリコン成長技術として現在復活している. 1980年代後半からは酸化物高温超伝導薄膜の作製でLAが注目を浴びた. これは, 他のMBEやMOCVDと云った高級な結晶成長法に比べて非常に簡便であり, 任意の酸素ガス

圧の雰囲気中で成長可能なため, 酸化物の創製には有効であると認められたことによっている. この間, LAはパルス手法であるために, 短時間現象の時間的な変化を追跡して, その動的機構を明らかにする必要性が出てきた. そのため多くの新しい時間分解"構造測定"法も開発されてきた.

このような流れの中で, フラーレン以外にも光るシリコンナノ微粒子を始め, 種々の物質の機能性ナノ微粒子(大略1nm~10nmサイズ)やナノ細線を創製し, その物性を調べる研究が行われるようになってきた. そこでは, LAでナノ微粒子を気相成長させる場合の動的過程を詳細に調べ, その知見に基づいてさらに適当な時間遅れを付けた第二のパルス手法(パルスレーザー照射やパルスガス吹きつけなど)によってナノ微粒子表面を修飾し, 新機能性を引き出そうとする機運が出てきている. このような研究はよく制御された新しいナノ構造を持つナノ微粒子やナノ細線, ナノチューブの物質科学の展開に繋がるものと期待される. したがって, 21世紀に残された魅力ある研究領域である「ナノ・サイエンスとナノ・テクノロジー」(ナノ・ワールド)への有効な一つのアプローチと云えよう.

そこで, この小特集では, シリコン, カーボン, 酸化物という広い物質群にわたってこれまでに萌芽的研究を遂行し, 成果を挙げているグループの中から, LAによる機能性ナノ微粒子の創製に関する研究の報告と解説をしていたくことになった. 前述のような"LAで切り開くナノ・ワールド"に少しでもアプローチしている研究を紹介するという意味で, 題目として1)「ナノ微粒子生成中の粒子の動的挙動」, 2)「ナノ構造Si微粒子の創製と可視発光」, 3)「単層Cナノチューブ合成とその動的過程」, 4)「金属酸化物ナノ微粒子の調製」を選んだ. さらに, 勧誘オリジナル論文である5)「Siナノ微粒子のサイズ選別と可視発光」も含めた. この小特集が, LAの分野の研究者だけでなく, ナノ・ワールドを目指している他分野の研究者の方々にもご参考になればと切望する次第である.