

レーザー光を利用した物質科学

村上浩一

(筑波大学物理工学系)

あるときにふと気がついた。著者自身、半導体の研究のためにこれまでマイクロ波から赤外光、近赤外光、可視光、紫外光、それに軟 X 線まで、9 桁にわたる波長領域の光（電磁波）を知らぬ間に使用していた、ということに。

近年、光と物質科学の関係が新物質の創製、あるいは物質のプロセッシングという観点から、さらに面白い方向に向かっている。たとえば、レーザーアブレーション (LA) という熱平衡から大きく離れたパルス手法を用いることによって、1980 年代中ごろに C_{60} や C_{70} などのフラーレンの発見がなされた。1990 年代後半には単層カーボンナノチューブが LA 法によって最も高効率に生成され得ることも明らかになった。さらに、この 10 年ほどの間に新機能性を示す多様な酸化物薄膜や人工薄膜の成長が LA 法で行われている。

このような流れの中で、光るシリコンナノ微粒子をはじめ多種多様なナノ微粒子群および、ナノ微粒子から気相-液相-固相 (vapor-liquid-solid : VLS) 過程により成長する各種半導体ナノ細線が LA により創製され、ナノテクノロジーの研究に登場し始めた。しかし、このボトムアップ的に創製されたナノ物質群が応用面で大きく展開するには、それらの配列手法の開発が必須である。そのひとつの方法にフェムト秒パルスのレーザーを使った、石英など透明材料内部でのナノ加工が浮かび上がってきている。多光子吸収が局所的に高密度に起こり、それに伴う高速相変化を通して、透明物質をマイクロからナノメートルのサイズで三次元加工することが可能となってきたためだ。したがって、レーザー光を利用して固体内でのナノ構造の創製と制御性のよい配列法を編み出すことが今後の課題であろう。

これと並行して研究されるべきことは、パルスレーザー光によりナノ構造体が形成される動的過程を時間分解構造測定法により明らかにすることである。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によって、ナノ微粒子表面を修飾したり、機能性不純物をドーピングするという手法の開発も可能となる。ナノ構造体において、レーザー照射による電子励起を介した機能制御と原子・分子操作もまた重要であると思われる。

このような研究が進めば、出口が明確にされたナノ物質群のシステム化という方向がはっきり見えるだろう。あるとき気がつくとき、“物質科学の新展開はやはり光のお陰だ”ということになっているかもしれない。