

エキシマレーザーを用いたカーボンナノチューブの合成

Synthesis of Carbon Nanotubes Using Excimer Laser

草場 光博
(Mitsuhiro KUSABA)

単層カーボンナノチューブは、炭素原子がチューブ状に配列した直径 1 nm 程度、長さ 1~数 10 μ m 程度の炭素材料であり、電気的性質がグラフェンの巻き方によって金属的または半導体的となる特性をもっており、また極めて強靱な機械的性質やダイヤモンドを超える熱伝導特性など優れた特徴を有している。これらの性質を利用して電界放出電子源、走査型プローブ顕微鏡の探針や高強度複合材料などへの応用が期待されており、我々もカーボンナノチューブを用いた電界放出型電子ビーム源の開発を行っている。カーボンナノチューブの合成法としてアーク放電法、レーザーアブレーション法、化学気相堆積 (CVD) 法などが考案されているが、全ての用途に適用可能な合成方法は確立されておらず、各用途に応じてこれらの合成法を使い分けなければならないのが現状である。

レーザーアブレーション法は、高純度・高品質なカーボンナノチューブを得ることができる方法で 1995 年に Smalley らのグループによって開発された。アブレーション用レーザーとしては、Nd:YAG レーザー (発振波長: 532 nm, 1064 nm) や CO₂ レーザー (10.6 μ m) のような可視から赤外領域に発振波長をもつレーザーが一般に用いられており、紫外レーザーを用いた報告はほとんどない。紫外レーザーは、可視・赤外レーザーに比べて光子エネルギーが高く、アブレーションによって生じたブルーム中の原子や分子との相互作用が大きくなることから、新しい形状のカーボンナノ粒子および新たなナノチューブの生成メカニズムの発見が期待される。そこで本研究では、紫外レーザー照射によるカーボンナノチューブの合成を試み、生成メカニズムについて詳細に調べ、新しいナノカーボン材料の創製への知見を得ること、および合成したナノカーボン材料を用いた電子デバイスへ応用することを目的として研究を進めている。

今回、紫外レーザーとして XeCl エキシマレーザー (308 nm) を使い、室温および 1073 K、1173 K、1273 K、1373 K、1473 K、1523 K、1623 K の高温下でカーボンナノチューブの合成を試みたところ、いずれの高温条件下でも直径 1.2 から 1.7 nm、長さ 2 μ m 以上の単層カーボンナノチューブが生成し、合成温度が高くなるにつれ、純度に関係する 1335 cm^{-1} と 1590 cm^{-1} のラマンピーク強度比が大きくなること、および室温ではターゲット表面に繊維状物質が生成することが分かった。さらに発振波長が 248 nm の KrF エキシマレーザーを用いることにより、1335 cm^{-1} と 1590 cm^{-1} のラマンピーク強度比が XeCl エキシマレーザーの場合と比べて高くなった。

以上の研究成果の一部は以下のところで報告した。

- ・ 草場・網脇、レーザー研究、**33**、47(2005).
- ・ M. Kusaba, Y. Tsunawaki, Mater. Forum, **29**, 452(2005).
- ・ M. Kusaba, Y. Tsunawaki, Thin Solid Films, in press.