

平成18年3月16日

カーボンナノチューブを光通信用ポリマー中に含有した新しい光学材料の作製に成功  
—カーボンナノチューブとフェムト秒レーザ技術を用いて  
超短光パルス発生を実現—

中沢正隆<sup>†</sup> 戒能俊邦<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>東北大学 電気通信研究所

〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 Tel: 022-217-5522, Fax: 022-217-5523

<sup>‡</sup>東北大学 多元物質科学研究所

〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

<成果の概要>

電気通信研究所の中沢正隆教授、多元物質科学研究所の戒能俊邦教授の研究グループは、カーボンナノチューブを光通信用プラスチック中に均一に分散させる新技術を開発し、この技術によりフェムト秒レーザ用の超高速可飽和吸収光学素子を作製して、パルス幅 171 fs の超短光パルスの発生に成功しました。

半導体の性質を示すカーボンナノチューブは、光通信の波長帯である波長 1  $\mu\text{m}$  帯の近赤外領域で可飽和吸収光学効果（弱い光を吸収し強い光を透過する）を有することが知られており、またその回復時間が 1 ピコ秒（ $10^{-12}$  秒）という超高速であることも今までに確認されています。このため、カーボンナノチューブをレーザ内部に挿入し超短光パルスを発生させる技術がこれまでに開発されてきました。しかし、カーボンナノチューブを可飽和吸収素子として用いる場合、個々のナノチューブの間に強い分子間引力が働くことによりナノチューブどうしが凝集してしまい、光散乱損失が発生するという問題がありました。そのためナノチューブを溶媒中に均一に分散させる技術が各種検討されてきました。しかし従来の方法では薄膜状の素子しか作製できず、また長期的な特性劣化が避けられないため、安定で取り扱いやすい素子構造を実現することが困難でした。

今回我々は、光通信の分野で用いられる透明性プラスチックであるポリメタクリル酸メチル (PMMA) ならびにポリスチレン中にクロロベンゼンあるいはテトラヒドロフランを溶媒として用いることによりナノチューブを均一に分散させることに初めて成功しました。さらにこのプラスチック材料をレーザ内部に挿入することによりパルス幅 171 fs の超短光パルス発生に成功し、本材料が超高速光デバイスとして非常に有効であることを実証しました。これらのプラスチックは従来から光ファイバや光導波路に広く用いられてきた材料であり、低損失であると同時に長期信頼性にも優れているため、ナノチューブを分散させることにより超高速光スイッチなどの高性能・高機能な光デバイスが容易に実現できます。このように、本成果はナノチューブのもつ優れた光学特性を光通信などへのデバイス応用において最大限に発現させるものであり、小型かつ超高速・高安定な光デバイス実現の可能性を拓くものです。

この成果は3月上旬にアメリカで開催された光ファイバ通信国際会議(OFC2006)において発表を行ないました。

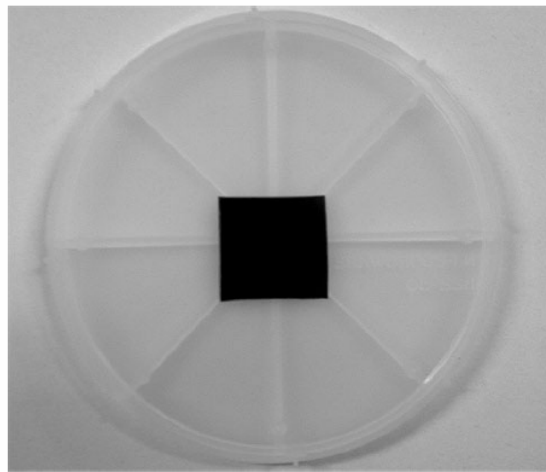


図1 カーボンナノチューブを含有させた PMMA の外観（中央の黒い四角形）。サイズは 20 mm × 20 mm、厚さは 1 mm、ナノチューブ分散濃度は 500 ppm である。

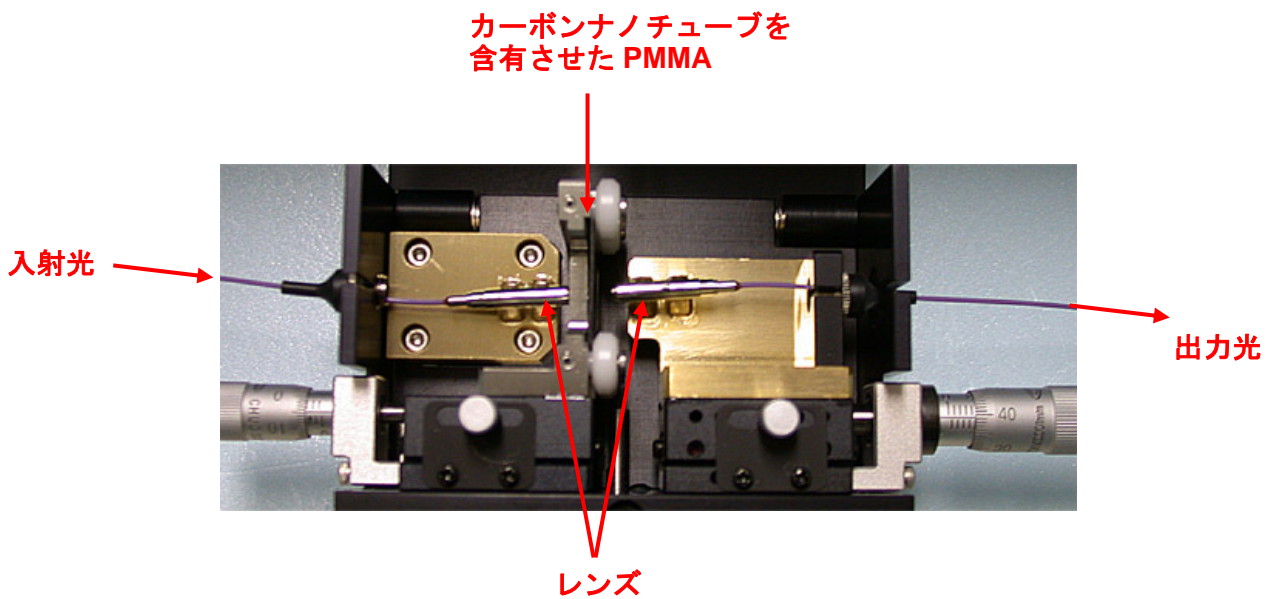


図2 カーボンナノチューブ含有 PMMA を中央に内挿した可飽和吸収体の外観

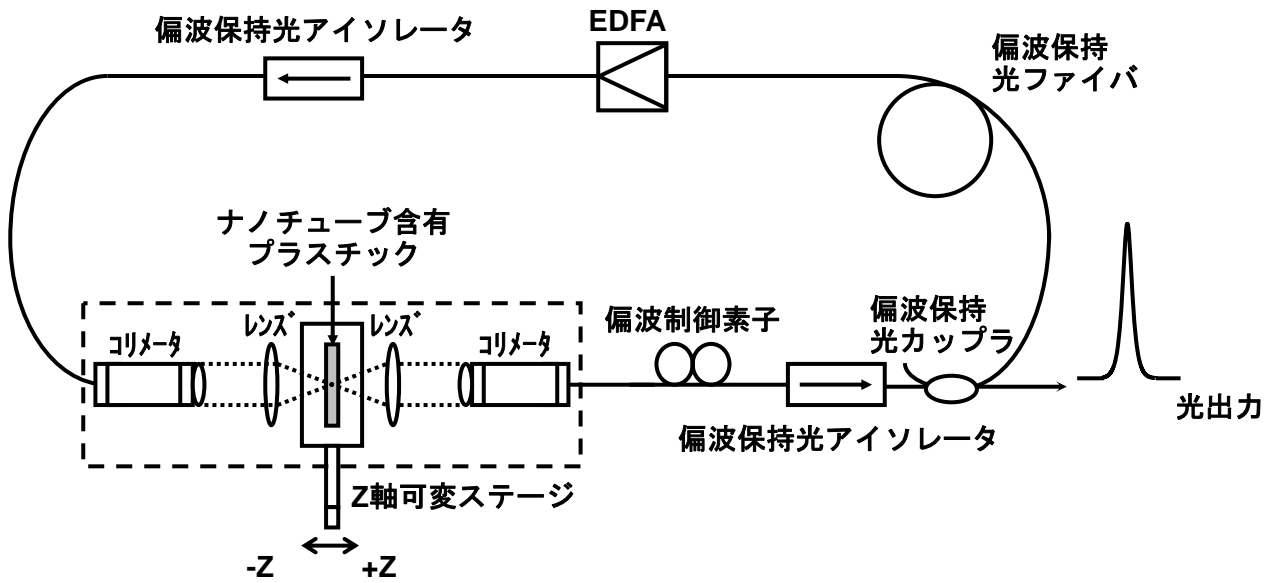


図3 ナノチューブ含有プラスチックを可飽和吸収体として用いた受動モード同期ファイバレーザの構成。

EDFA: エルビウム添加光ファイバ増幅器

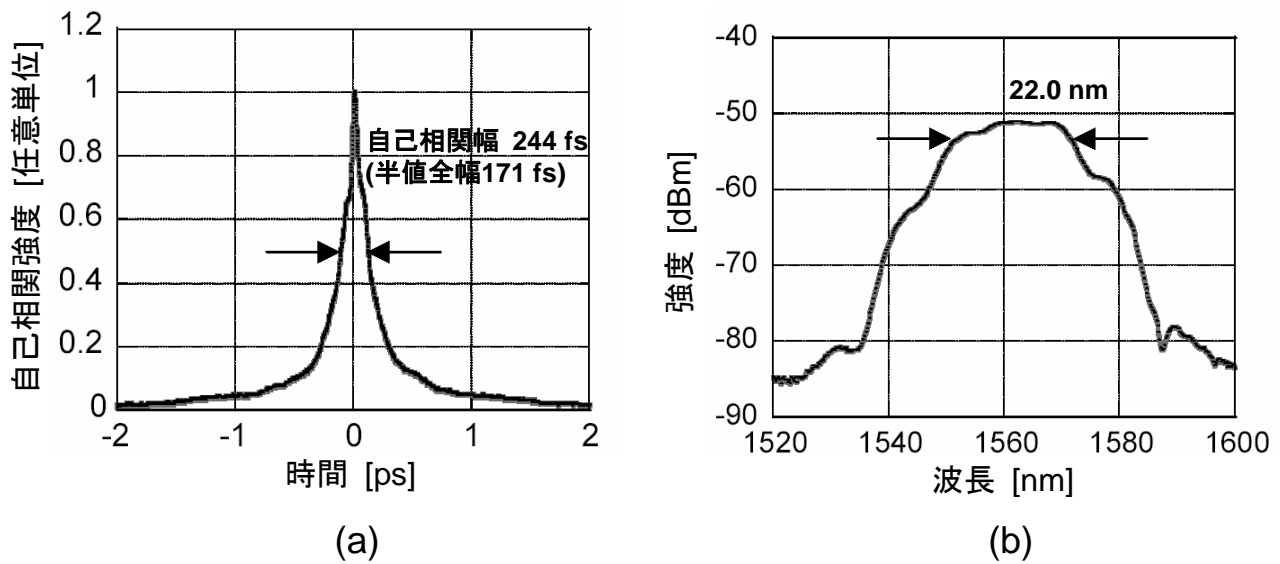


図4 受動モード同期ファイバレーザからのフェムト秒光パルス出力。  
(a)パルス波形、(b)光スペクトル。