

第4回 GRL 浜松セミナー

～若手研究者のための光・電子・情報科学に関する情報交換～

単層カーボンナノチューブの非線形光学応答と緩和ダイナミクス

市田 正夫 准教授

甲南大学理工学部・量子ナノテクノロジー研究所

2月17日(水) 14:30～15:30 @総合研究棟3F, 総33室

近年のインターネット・ブロードバンド技術の発達により、一昔前では考えられないような大容量かつ超高速な通信が行われている。今後、家電のデジタル化などにより、光通信のさらなる高速化が必要不可欠である。Gbps を超えた光通信を実現するためには、通信波長帯で用いることができる新しい光・光スイッチングデバイスが必要であると考えられている。一般に光で光を制御するためには、光学非線形性を応用することが考えられており、大きな非線形性をもち高速に応答する物質材料がその鍵を握っている。1990年に発見されたカーボンナノチューブ、特に単層カーボンナノチューブは、さまざまな応用展開が期待されているが、新しい光デバイス材料としても注目されている。本発表では、単層カーボンナノチューブの特異な電子構造や光学応答、さらに非線形光学応答や緩和ダイナミクスについて、我々が行ってきた研究を中心に紹介する。

単層カーボンナノチューブの例を図1に示す。その構造はカイラルベクトル (n, m) で定義され、その構造によって電子構造も決まっている。このとき、 $n-m$ が3の倍数の時には金属的なバンドを持ち、そうでないときには半導体的なバンドを持つ。また、構造の1次元性を反映して、状態密度には発散が現れる。さらに、1次元電子系では励起子が安定化し、光学遷移にはバンド間遷移が抑えられ、励起子遷移が強く現れる。これらの特徴は、図2上図の吸収スペクトルにもあらわれている。このような特異な電子構造や次元性は光学応答に大きな非線形性をもたらす。図2の下図は、パルス光励起を行った直後の吸収変化のスペクトルである。パルス光励起により、単層カーボンナノチューブによるA, B, Cの吸収帯に大きな吸収減少が現れている。この吸収減少は、およそ1ps以内に回復する。このような振る舞いは3次の非線形光学応答として理解でき、このときの吸収変化の量はこの物質がもつ3次の非線形感受率に比例している。また、回復時間は励起子の緩和ダイナミクスを反映している。

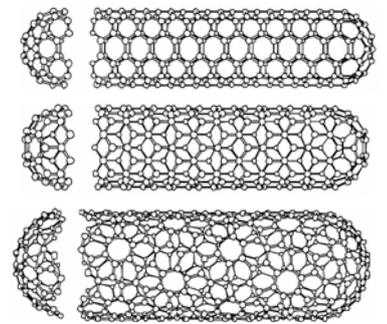


図1: 上から(5,5), (9,0), (10,5)の単層カーボンナノチューブ

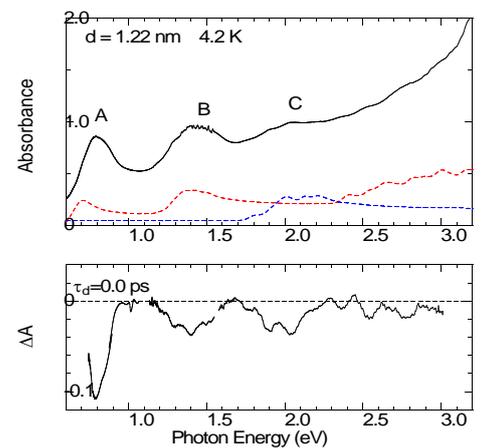


図2: 典型的な単層カーボンナノチューブ試料の吸収スペクトル。破線は計算による金属(青)および半導体(赤)チューブのスペクトル。下図は励起光入射によるスペクトル変化。

お問い合わせ先: 若手グローバル研究リーダー育成拠点 伊藤哲 内線 1373
dtito@ipc.shizuoka.ac.jp