

STM を用いたカーボンナノチューブの可逆的な欠陥形成・修復

筑波大理工, CREST 吉田昭二、ベルト・マキシム、海老根裕太、武内修、重川秀実

カーボンナノチューブ(CNT)は優れた電子輸送特性を有することから、次世代のデバイス材料として注目されている。CNT の伝導特性はその径や巻き方だけでなく、欠陥の存在により大きく変化することから、電子線などを用いて欠陥を導入することで CNT の伝導特性を制御する試みがなされてきた。我々は、STM を用いて探針からのキャリア注入により単層 CNT(SWNT)に欠陥が可逆的に生成・消滅する現象を発見し、生成した欠陥のミクロな観察・評価と生成プロセスの解析を行った。

HiPCO 法で作製された SWNT を 1-2-dichloroethane に溶解し、Au(111)面上にスピコートすることで試料を作製した。STM 観察は超高真空・低温環境下(5K, 77K)で行い、SWNT へのキャリア注入は定電流フィードバックをアクティブにした状態で、SWNT 上で電圧を 1~8V または-1~-8V までスイープする方法 (Z-V 計測) を用いて行った。

図 1 は、欠陥生成の例である。STM 観察を行い欠陥が無いことを確認した SWNT (図 1(a)) 上のある場所で探針の走査を止めてバイアス電圧をスイープすると(c)の Z-V 計測の結果に見られるように階段状の信号が現れる。これは、欠陥の生成による電流の変化に対応し、実際、その後、STM 観察を行うことで欠陥の生成が確認される ((b)の明るい部分)。続いて、図 2(a)に示す電圧スイープにより生成した欠陥に対して、その直上で同様に電圧をスイープすることで欠陥を消滅させることが可能である(図 2(b)。このように変化は可逆的で炭素数が保存されることと欠陥上の STS 測定結果などから、ここで生成した欠陥は 5 員環・7 員環ペアからなる Stone-Wales 欠陥と考えられる(図 2(c))。STM による欠陥の生成・消滅は高い構造制御の可能性を有し、基礎・応用の両面において新たな展開が期待される。当日は、欠陥の生成・消滅の条件など詳細を含めて紹介する。<http://dora.bk.tsukuba.ac.jp/>

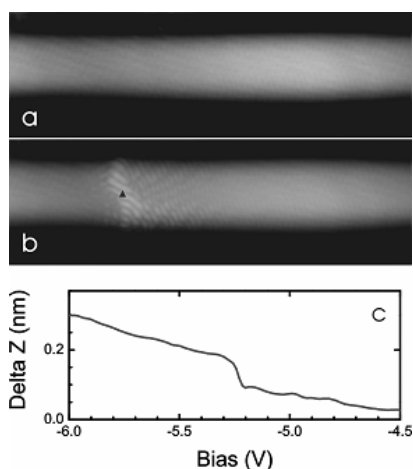


図 1 欠陥が生成する様子を示す SWNT の STM 像と電圧スイープによる Z-V カーブ

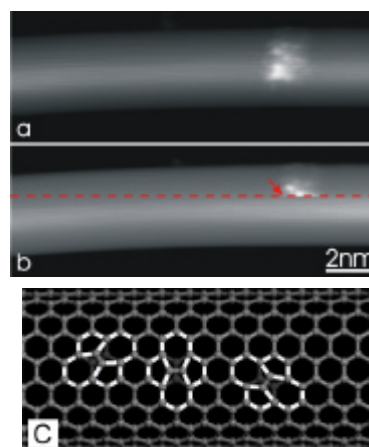


図 2 欠陥が消滅する様子を示す SWNT の STM 像。(b)電圧スイープ直後(赤点線位置)欠陥が消滅している(探針は 方向に走査)。(c) Stone-Wales 欠陥の構造モデル図