

# カーボンナノチューブのフォノン物性と異常熱輸送

東大工<sup>A</sup>, 産総研<sup>B</sup>

丸山茂夫<sup>A, B</sup>

**Anomalous Heat Conduction by Carbon Nanotubes**

<sup>A</sup>*Dept. of Mech. Eng., Univ. Tokyo,* <sup>B</sup>*NanoEngineering Lab., AIST*

S. Maruyama<sup>A, B</sup>

単層カーボンナノチューブ(SWNT)の熱伝導率は炭素原子の質量が小さく原子間の結合も強く、1次元的にフォノンの散乱が抑えられることから、ダイヤモンドを超える非常に高いものであると考えられている。当初の分子動力学法による予測は、室温で 6,600 W/mK とされていた[1]。ところが、その直後の著者らの非平衡分子動力学法による長さ依存の熱伝導率のシミュレーション結果は、熱伝導率が、長さ  $L$  のべき乗( $L^{0.3}$ )に比例して発散するとの予測になった[2]。また、長さ 400 nm 程度でも一桁小さな熱伝導率となる。熱伝導率が長さのべき乗に比例して発散するとすれば、1次元の Fermi-Pasta-Ulam 問題に近い状況が実用的な長さの SWNT で実現することになる。ここで、通常用いられる単層カーボンナノチューブの長さは最大でも数 $\mu\text{m}$  程度である。その後の非平衡分子動力学法と Landauer formula による解析から[3,4]、実用的な長さの SWNT のフォノン伝導は拡散的と弾道的な伝導の中間的なところにあることが分かってきている。その後、実験的にも長さ依存の熱伝導率の報告が多くなってきており、純粋に拡散的となり、熱伝導率が一定となるのは、数十 $\mu\text{m}$  以上の長さが必要と考えられている。

以上の背景を踏まえ、従来のシミュレーションと実験を対比するとともに、実用的なデバイスの熱設計に用いるべき熱伝導のモデルについて議論する。

文献

[1] S. Berber, Y.-K. Kwon, and D. Tomanek: Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 4613.

[2] S. Maruyama, Physica B, 323 (2002) 193.

[3] J. Shiomi and S. Maruyama, Jpn. J. Appl. Phys., 47 (2008) 2005.

[4] T. Yamamoto, S. Konabe, J. Shiomi and S. Maruyama, Appl. Phys. Express, 2 (2009) 095003.