

カーボンナノチューブ量子ドットと電磁波の相互作用に関する研究

石橋 幸治

(理化学研究所・石橋極微デバイス工学研究室・主任研究員)

【研究の概要等】

カーボンナノチューブは超微細な直径を持つ1次元的な材料である。電子を長さ方向にも閉じこめた1次元的な量子ドットは人工原子的な性質を有し、その1電子帯電エネルギーや量子化準位間隔はサブミリ波からテラヘルツ波にも及ぶ。このことは、カーボンナノチューブ量子ドットはマイクロ波領域からテラヘルツ波領域にわたる広範囲の電磁波と相互作用することが期待できる。そこで本研究では、単一および2重結合量子ドットをカーボンナノチューブで再現性・信頼性よく作製する技術を開発するとともに、それらと広範囲な電磁波との相互作用を明らかにすることを目的とする。それにより、単一量子ドットでは単一スピンのコヒーレントな操作（スピン型量子ビット）、2重結合量子ドットでは電荷のコヒーレントな相互作用（電荷型量子ビット）への応用可能性を探索するとともに、特にテラヘルツ領域では、それに加え、超高感度テラヘルツ波検出器への応用を探索する。

【当該研究から期待される成果】

カーボンナノチューブ量子ドット（人工原子）はユニークなエネルギースケールを持ちながら、その電磁波との相互作用についてはほとんど研究がない。自然の原子と可視領域のレーザー光との相互作用はよく研究されているのに対応して、カーボンナノチューブ量子ドットでは原子としてのエネルギースケールを自由に設計して、あるいは電圧で変えることができるため、マイクロ波からテラヘルツ波までの広範囲にわたって様々な相互作用の形態が期待できる。したがって、広帯域電磁波検出器への応用はもちろん、コヒーレントな相互作用が実現できれば、量子コンピュータの基本デバイスである量子ビットへの応用も開ける可能性がある。また、量子ドット作製プロセスの開発は、他の量子ドットデバイスの実用化への道も開く。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Moriyama, T. Fuse, M. Suzuki, Y. Aoyagi, K. Ishibashi, “Four-electron shell structures and an interacting two-electron system in carbon nanotube quantum dots”, Phys. Rev. Lett. **94**, 186806 (2005)
- T. Fuse, Y. Kawano, T. Yamaguchi, Y. Aoyagi, K. Ishibashi, “Quantum response of carbon nanotube quantum dots to terahertz wave irradiation”, Nanotechnology **18**, 044001 (2007)

【研究期間】 平成19年度－23年度

【研究経費】 32,600,000 円

(19年度直接経費)

【ホームページアドレス】

http://www.riken.go.jp/lab-www/adv_device/home.html