



カーボンナノコイルの電子輸送機構の解明

-集束イオンビーム装置を利用した準一次元ナノ材料のための
精密な抵抗率測定系の開発-

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 須田善行准教授らの研究チームは、山梨大学、岐阜高専、東海カーボンの研究者たちと共同で、初めてカーボンナノコイル（CNC）の電気抵抗率とコイル形状との関係を明らかにしました。本研究成果は新たな抵抗率測定系を開発することによって初めて成し遂げられました。本研究での発見は CNC を用いたナノデバイス 電磁波吸収体、ナノソレノイド、超高感度コイルばね への道を開くものです。

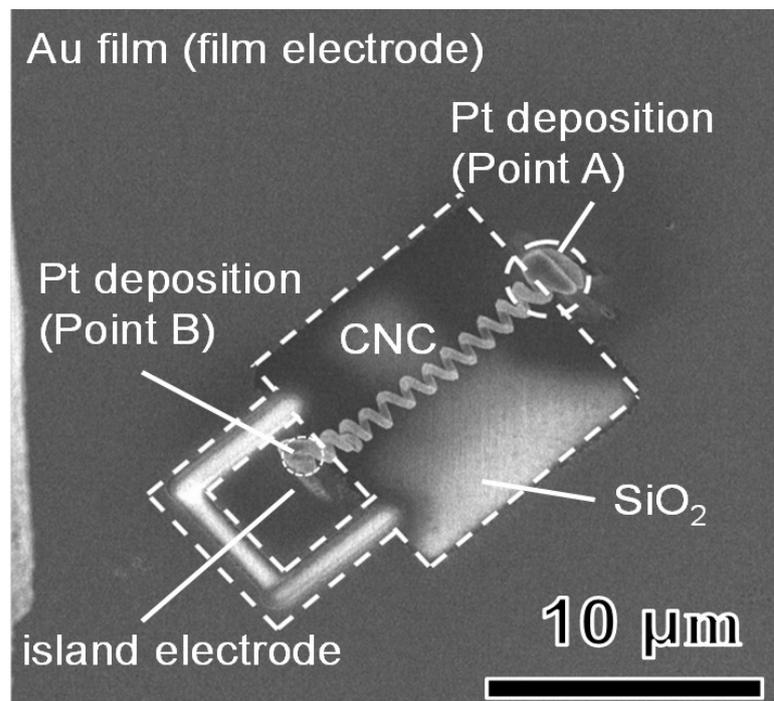


図1：試作した電気回路の走査型電子顕微鏡像。本回路内で、測定用に選択された CNC が電極に完全に固定されている。

< 研究経緯・研究組織・研究内容・今後の展開 >

カーボンナノコイル（CNC）はらせん構造をもつ低次元カーボンナノ材料です。典型的な CNC は、ファイバー直径が 100 から 400 ナノメートル、コイル直径が 400 から 1000 ナノメートルであり、全長は数十マイクロメートルです。CNC のらせん構造は様々な応用 - 電磁波吸収体やエネルギーデバイスの材料 - が期待されます。こうした応用のために、CNC の機械的・電気的特性を明らかにすることは重要です。いくつかの先駆的な研究例はあるものの、CNC の形状とその電気抵抗率との関係は未解明のままです。

豊橋技術科学大学、山梨大学、岐阜高専、東海カーボンの研究者たちは CNC の電気抵抗率がコイル直径によって増大することを見出しました。研究者たちは集束イオンビーム装置を使用して CNC 抵抗率の精密な測定系を開発しました。本測定系は、所望のコイル形状をもつ CNC を測定用試料として選択し、測定用電極とその CNC とを強固に接触させることができます。測定された CNC の電気抵抗率データはバリアブルレンジホッピング（VRH）理論に基づく曲線とよい一致を示しました。

研究者たちは15本の単一CNCと3本の黒鉛化処理CNC(G-CNC)とを測定し、CNCの電気抵抗率はそのコイル径によって増加することを見出しました。一方、G-CNCの電気抵抗率はコイル径によらずほぼ一定でした。最大のコイル径をもつCNCの電気抵抗率はG-CNCの電気抵抗率よりおよそ2桁高いものでした。CNCとG-CNCとの間の電気抵抗率の大きな差はCNC内部の構造に起因することが考えられました。

ファンディングエージェンシー：科研費、豊田理化学研究所。

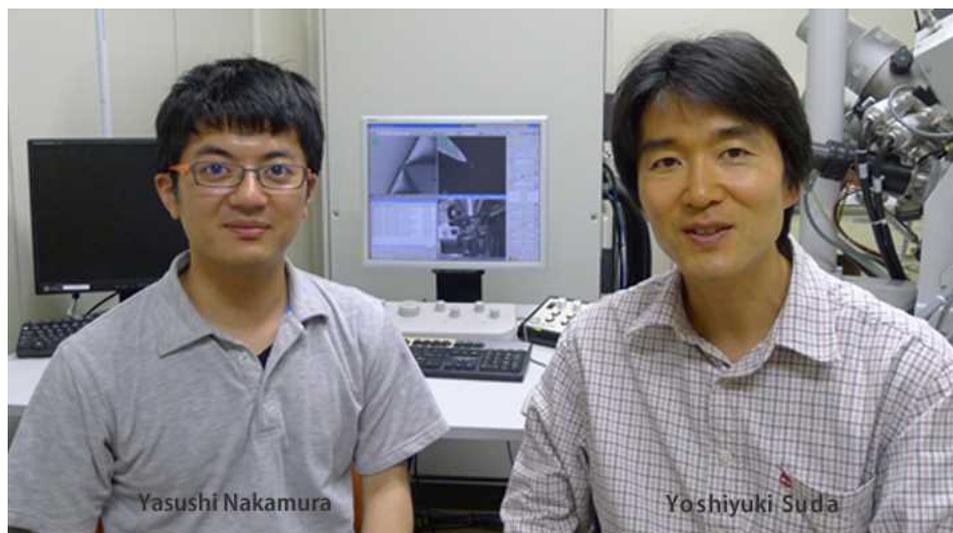


図2：左から、修士課程学生 中村康史さん（2016年3月修了）、須田善行准教授。

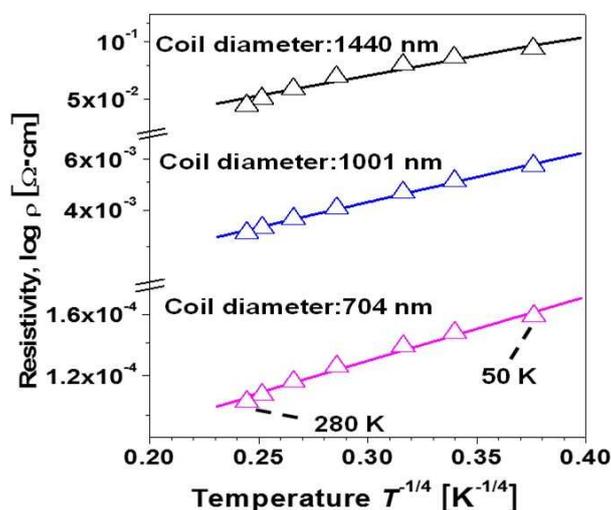


図3：3本のCNCの電気抵抗率の温度依存性。横軸に温度のマイナス1/4乗を取り、電気抵抗率()の対数をプロットした。図中の実線は、Mott-VRHモデルから導かれた最適フィット曲線。

本件に関する連絡先

担当：電気・電子情報工学系 須田善行准教授 TEL:0532-44-6726

広報担当：総務課広報係 高柳・梅藤 TEL:0532-44-6506