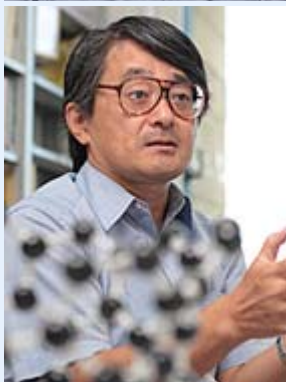


本学理工学部電気電子工学科 春山純志准教授の研究成果「ホウ素を注入したカーボンナノチューブ薄膜における超伝導発見」が、世界でも権威ある論文誌のひとつとして知られる米国物理学 会誌「Physical Review Letters」に Online 掲載され(7月10日付)、世界中から大きな注目を集めています。カーボンナノチューブは、自然界に存在するナノ材料の一種。直径が1nm(1mの10億分の1)しかなく、炭素原子でできたストロー状をしています。今回の研究のポイントは、ストロー状に開いた部分に、超伝導の種(キャリア)としてホウ素の濃度を調整しながら注入することで、温度12K(12ケルビン: -261°C)で発現する超伝導の状態を制御することに世界で初めて成功した点です。春山准教授は2年前にも層状のカーボンナノチューブが超伝導になることを「Physical Review Letters」に報告していますが、今回は研究内容にさらなる大きな進化が見られました。なお、この研究成果は、日本でも8月10日付の読売新聞(朝刊・科学面)に掲載され話題になりました。

この2年間の研究の流れ、および今回の研究内容の詳細について、春山准教授にお話を聞きました。



2年前は全く別の実験をしている際に、偶然にもカーボンナノチューブにおける超伝導を発見したものでした。あまりにも大きな発見だったため、研究プロジェクトの方向性が当然ながら“超伝導”主体にシフト。私自身も予想できなかった展開でした。とはいえ、まずは「偶然」を「必然」にすることからスタート。発見した超伝導の状態を再現することから、次なるステップを始めたのです。しかし、何しろ直径1nmというカーボンナノチューブですから、扱いが難しく、再現するのに一苦労。資料として10個のチューブを用意すると、全く同じ状態のものは2、3個しかできないような非効率的な作業でした。超伝導を起こすためには、種が必要ですが、それが「ホウ素」であることは分かったものの、なかなか「偶然」の域を超えられなかったのです。そんなときに、私も付き合いがあったMIT(マサチューセッツ工科大学)の研究グループが、まさにカーボンナノチューブにホウ素を注入する実験を行っているとの情報を得ました。そこでMITとともに研究を重ね、ついに注入するホウ素の濃度によって超伝導の発生を制御できることを発見したのです。

まずは、ホウ素の濃度によって超伝導の発現性に違いが見られることに気付きました。しかもホウ素の濃度が薄い方が、安定した超伝導の状態を示したので。通常は、種を多く入れることが常識とされていました。たとえばカー



理工学部
電気電子工学科
准教授
春山 純志

ことで超伝導を発現するとの報告がされていますが、ホウ素を目一杯詰め込むことが必要です。一方、カーボンナノチューブの場合は、炭素原子に対し1%のホウ素によって超伝導状態となります。少ないキャリアで効率的に超伝導を発現させることが可能なわけです。

そして今回、もうひとつ大きな研究成果があります。それは、原子レベルの非常に小さなカーボンナノチューブを1本1本扱うことは難しく、リスクも高いため、シリコンの基板の上にチューブを均一に積んで薄膜状にしました。すると非常に安定した超伝導状態の発現が見られたのです。しかも、安定性に加えて、薄膜状にしたことで扱いが容易になり、超伝導トランジスタや量子コンピュータ、超伝導ナノ配線など、さまざまな分野への汎用性も広がりました。

2年を費やし、ホウ素を種としたカーボンナノチューブ薄膜によって、ある程度容易に超伝導の状態を制御できるようになりました。これは大きな成果だと自負しています。しかし、今回も12Kと、2年前と超伝導を発現させる温度は変わっていません。超伝導の“宿命”とも呼べる高温へのチャレンジも課題として残っているのです。我々の研究は、ようやくスタートラインについたばかりと言えます。

なお、この研究は、(独)科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業「高度情報処理・通信の実現に向けたナノ構造体材料の制御と利用」、日本学術振興会・科学研究費補助金基盤研究A「カーボンナノチューブにおける高温超伝導の研究」、および日中韓フォーサイト事業「サブ10nmワイヤ:その新しい物理と化学」の支援の下で行われたものです。この場を借りて感謝の意を表します。

<http://www.ee.aoyama.ac.jp/Labs/j-haru-www/>