

読者の広場

Q&A

Q:「超電導状態になる炭素繊維を開発したとの新聞記事がありました。どのような特徴を有しているのでしょうか。また、どのような応用が期待されるのでしょうか?」

A:よく知られているように超伝導磁石に応用されている線材は金属線であり、銅のマトリックスにより安定化されています。実用化され始めた酸化物超電導体線材や研究中である MgB_2 線材では、原料が粉末であるためにハステロイなどの Ni 基合金や銀シースなどの金属パイプを用いてテープ状・線状にして使われようとしています。今回、我々が報告した「フラーレンナノウiskアーの超電導化」では「もともとが繊維状であるものを超電導化して、超電導線として使えないだろうか?」という、これまでの「超電導物質を線材にする」とは異なった考えから出発しています。今回の研究のベースとなったのが物質・材料研究機構の「ノベルナノカーボンの開発と機能化」(サブテーマリーダー:宮澤薫一)と題するプロジェクトです。そのテーマの一つが超電導を研究している高野グループとフラーレンナノウiskアーやファイバーなどの合成と新機能の研究をしている宮澤グループとの共同研究「フラーレンナノウiskアーの超電導化」です。



図1 フラーレンナノウiskアーは、フラーレンを原料にした糸状の結晶で、さまざまな長さのものが作製できる。

図1を見てください。これはフラーレンナノウiskアーと呼ばれる繊維状の C_{60} を構成ユニットとする超分子です。これまでの C_{60} 粉末や結晶とは異なり図2に示すような液-液界面析出法 (LLIP 法) という液体と液体の界面の形成と拡散現象を利用した方法で作られ、2001年宮澤によって発見されました。今回、実験で体積分率 80%以上の超電導化に成功したのは LLIP 法で作製された平均長 5 ミクロン程度の短く細長いウiskアーです。これまでは、 C_{60} へのアルカリ金属のインターカレートで超電導体積分率を上げることは簡単ではなく、これがバルク応用の問題点でもありました。今回の成功は、フラーレンナノウiskアーの LLIP 法というウiskアーの製法に秘密があると考えています。磁化から見積もった臨界電流密度も図3のように高く 5 T まではほとんど低下しないという特徴があります。

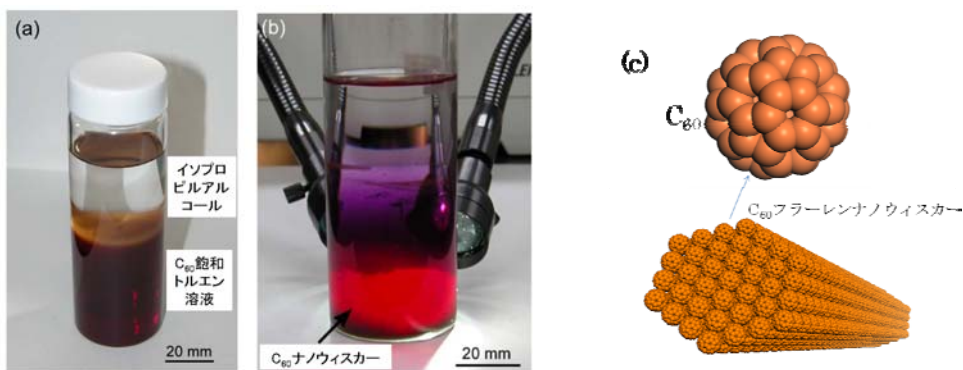


図2 (a)LLIP 反応の実験の様子 (b) 反応によって生じたフラーレンナノウiskアー (c) C_{60} フラーレン (上) とフラーレンナノウiskアーの模式図 (下)

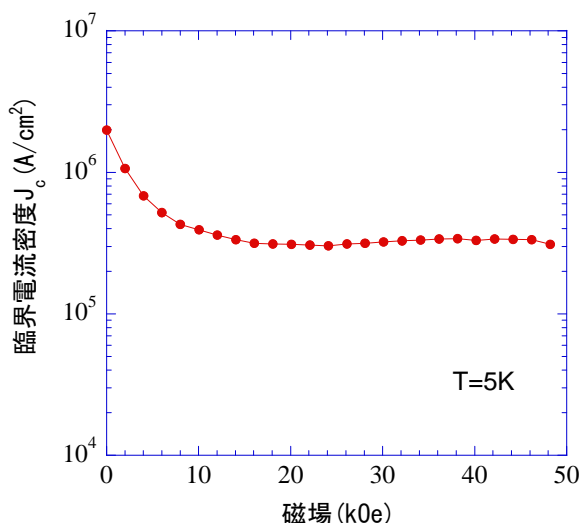


図3 フラーレンナノウィスカー超伝導体の臨界電流密度 (5K)

磁場の強さが変化しても臨界電流密度は一定を保つ範囲が広く、優れた超伝導特性を有する。

実験は始まったばかりですのですぐに応用ということは難しいですが、フラーレンナノウィスカーは比重が金属の4分の1程度で絹ほどしかない非常に軽い素材であり、それを生かしてこれまでの金属線材や酸化物高温超伝導線材とは異なった応用があるのではないかと期待しています。将来の応用に向けて束ねたり編んだりできるような軽いしなやかな超伝導繊維ができ、それこそ魔法の超伝導絨毯のようなものができたらと夢を膨らませています。最後に付け加えますと、フラーレン自体は人類誕生以前から地球上に存在する安定物質でありますし、フラーレンナノウィスカーは生分解性があり環境にもやさしい物質です。

回答者：独立行政法人 物質・材料研究機構 竹屋浩幸 様 宮澤薫一 様 高野義彦 様

[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web21 についてのご意見・ご感想、「読者の広場」その他で取り上げて欲しい事項、その他のお問い合わせは、超電導 Web21 編集局メール web21@istec.or.jp までお願いします。」