

マイクロさやえんどう：選択的に粒子を鞘の中に取り込むマイクロカーボンを開発 ～PM2.5、ウイルス粒子、マイクロプラスチックの検出・除去に期待～

マイクロメートルサイズの粒子には様々なものがあり、その中には危険性のあるものも少なくありません。例えば、PM2.5のような炭素粒子、ウイルスのようなバイオ粒子、あるいは最近注目されているマイクロプラスチックなどのポリマーの粒子です。ロックマン スレスタ MANA 研究者は、マイクロ粒子を選択的に取り込むことができるカーボン（炭素）でできた中空の角（つ）構造「カーボンマイクロホーン」を開発しました。このカーボンマイクロホーンは、さやえんどうのように中空の構造中にマイクロ粒子を取り込むことができます。

目に見えるような大きさの微粒子は人為的に取り除くことができます。また、分子はその分子を取り込むことのできる分子を合成することによって選別することができます（1987年ノーベル化学賞、超分子）、その一方で、その間のマイクロメートルサイズ（100万分の1メートル）の粒子を分け取る簡単な方法はなかなかありません。このようなマイクロ粒子は、目に見えませんが細胞や人体に影響をもたらすサイズであり、PM2.5粒子、ウイルス粒子、マイクロプラスチック粒子など、いろいろな問題を引き起こしている粒子も含まれます。これらの粒子を除くためには、これらの粒子のサイズにあう孔をもつマイクロ構造材料を開発する必要があります。

その問題解決のために、図1に示すように、スレスタらはマイクロサイズの中空構造を持つマイクロホーンを開発することに成功しました。フラレンと呼ばれる C_{60} 、 C_{70} 分子の混合物が自然に集合してマイクロチューブ構造がまずできます。それを、固体基板上置いておいて溶媒が蒸発していくのを待つと、構造の安定なところだけが残って、マイクロメートルサイズの入り口口径を持つ中空の角（つ）構造であるカーボンマイクロホーンが自然にできていきます。

このマイクロホーンによるマイクロ粒子の取り込みを三種類のモデル粒子、カーボンマイクロ粒子（PM2.5のモデル、疎水的）、シリカマイクロ粒子（ウイルス粒子のような親水的なバイオ粒子のモデル）、ポリマーマイクロ粒子（マイクロプラスチック粒子のモデル、疎水的）を検討しました（図2）。その結果ウイルス粒子のモデルであるシリカマイクロ粒子が、カーボンマイクロ粒子やポリマーマイクロ粒子の数倍から10倍の選択性で取り込まれることがわかりました。カーボンマイクロホーンの表面には弱い電荷があり、親水的で電荷のあるシリカマイクロ粒子と静電的に相互作用して取り込まれていると考えられます。図2に示すように、取り込まれるマイクロ粒子のサイズとマイクロホーンの孔のサイズがぴったりであり、さやえんどうのさやの中に豆粒が取り込まれるように、マイクロ粒子が非常に効率的に取り込まれています。

このカーボンマイクロホーンは、毒性マイクロ粒子の除去に利用することができます。また、このような構造をセンサーの上に固定しておけば、それらのマイクロ粒子を鋭敏に認識できるセンサーを開発することが期待できます。我々は、以前にカーボンマイクロ粒子を取り込むことができるマイクロキューブ（マイクロメートルサイズのサイコロ構造）を報告しています（プレスリリース：開閉可能なポケットを持つナノカーボン製のマイクロ

キューブ、<https://www.nims.go.jp/news/press/2017/08/201708080.html>)。これらの吸着特性の異なるマイクロ構造体を組み合わせて使えば、PM2.5 のような炭素粒子、ウイルスのようなバイオ粒子、マイクロプラスチックなどのポリマーの粒子を、選択的にセンシングできるセンサーや、除去材料が開発できると期待できます。

本研究成果は、国際学術雑誌「ACS Nano」のオンライン電子版に掲載されました。

Manipulating the Structural Transformation of Fullerene Microtubes to Fullerene Microhorns Having Microscopic Recognition Properties

Qin Tang, Subrata Maji, Bohong Jiang, Jiao Sun, Wenli Zhao, Jonathan P. Hill, Katsuhiko Ariga, Harald Fuchs, Qingmin Ji, and Lok Kumar Shrestha*

ACS Nano, in press. DOI: 10.1021/acsnano.9b05938

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsnano.9b05938>

本研究に関する日本語問い合わせ先

国立研究開発法人物質・材料研究機構国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 主任研究者
有賀克彦

TEL: 029-860-4597

E-Mail: ARIGA.Katsuhiko@nims.go.jp

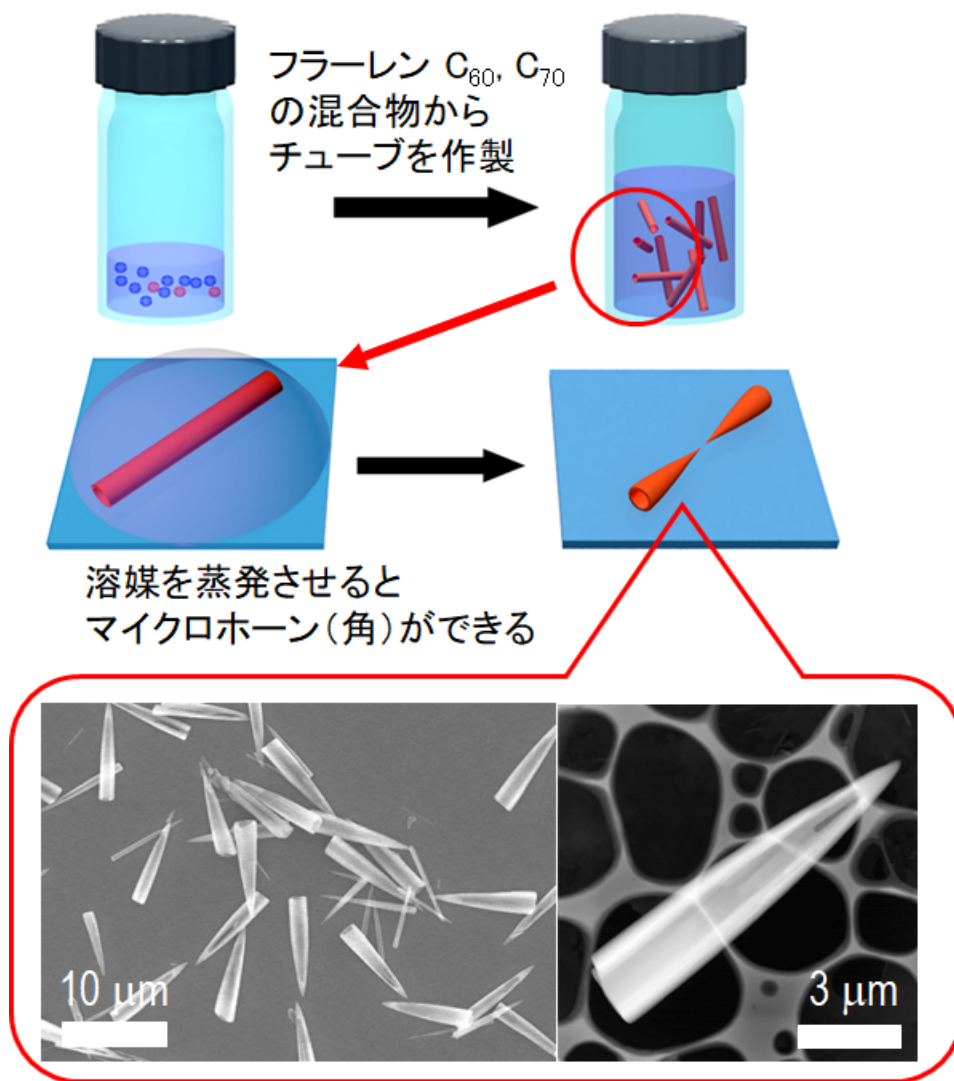


図1 カarbonマイクロホーンの作製法と電子顕微鏡像

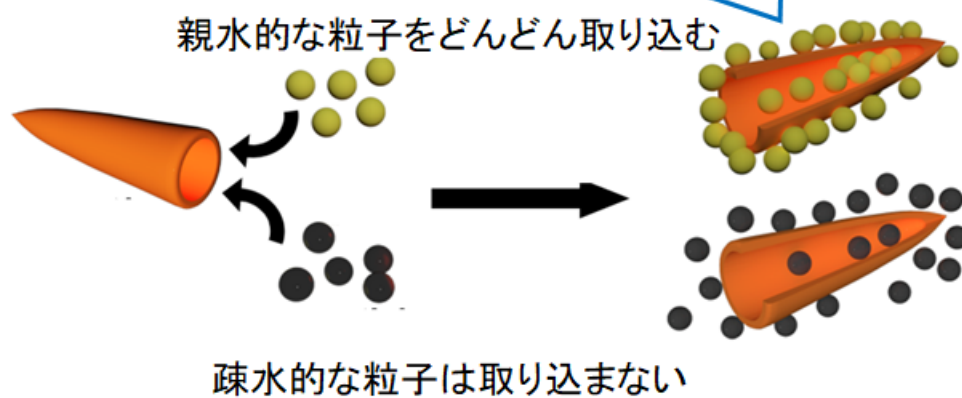
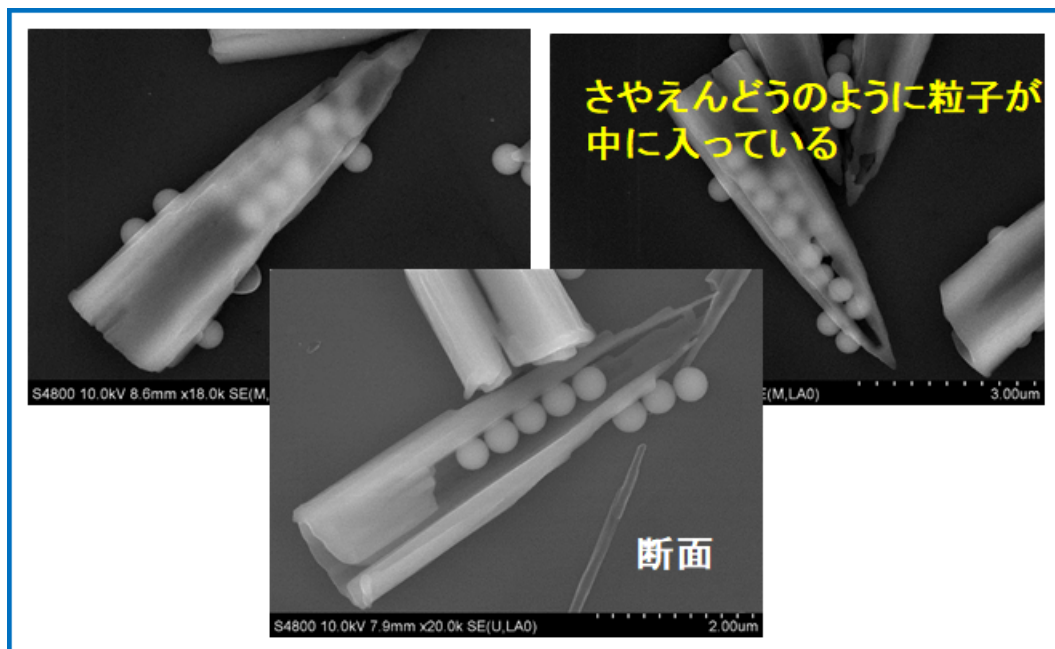


図2 カーボンマイクロホーンへのマイクロ粒子の取り込み。下部はさやえんどうのようにカーボンマイクロホーンへと取り込まれるシリカマイクロ粒子