

第17回日本油化学会オレオサイエンス賞受賞によせて — ナノチューブゲルの創製とバイオ・グリーン応用 —

亀田 直弘

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 材料・化学領域 ナノ材料研究部門



この度は名誉ある賞を賜り、誠に有り難うございます。オレオサイエンス誌特集「低分子ゲルの最近の潮流」におきまして、総説執筆の機会を与えて頂きました編集委員の皆様、御関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

ナノチューブと聞いて、多くの研究者の方々は、ナノマテリアルの代名詞でもあるカーボンナノチューブを連想されます(弊所が、カーボンナノチューブの実用化研究で有名であることもあり)。総説のナノチューブは、合成脂質分子などの両親媒性分子が液相中で自発的に集合することによって形成する結晶固体状のナノ構造体です。ミセルやベシクル(液晶流動状)に馴染みがあります本会会員の皆様には、イメージして頂けることと思います。カーボンナノチューブと区別するために、論文や学会においては、ナノチューブの前に「脂質」「有機」「超分子」などを付けます。また、ナノチューブがからみあった3次元網目構造に溶媒が取り込まれたゲル(本誌特集の低分子ゲルに相当します)やナノチューブが液相中で同軸方向に配向したりオトロピック液晶などのソフトマターの構築も可能になってきていることから、近年、筆者は好んで「ソフト」を付けています(本紙面では以降、ナノチューブとしますが)。

1984年、九州大学の国武豊喜教授グループにより、ナノチューブ形成の報告が最初に成されました。その後、筆者が当該研究を開始した2004年までに、的確な分子設計が施された両親媒性分子群から多種多様なナノチューブが開発されました。ナノチューブ膜壁内に組織化した芳香族分子によって発現する光・電子機能、ナノチューブ外表面に吸着させた金属アルコキシドのゾル-ゲル反応によって金属酸化物ナノチューブを得る研究が盛んに行われていました。その一方で、ナノチューブの最大の特徴である一次元中空構造に関する物性研究、物質(ゲスト)をカプセル化するホストとしての応用研究は数例でした。それは何故か?理由は単純明快で、一次

元中空内へのゲストのカプセル化効率が極めて低かったためです。二分子膜構造から成るナノチューブの外表面と内表面(中空構造の表面)は同一の化学組成であり、ゲストは優先的に外表面へ吸着してしまいます。

そこで先ず、筆者らが取り組んだのが、内外表面が異なる単分子膜構造から成るナノチューブの構築でした。鋭意検討を重ねた結果、糖・アミノ酸・脂肪酸から成る両親媒性分子から内径及び膜厚のサイズが精密に規定された目的のナノチューブを得ることができました。2007年、内表面のみがカチオン性のナノチューブへ、アニオン性のタンパク質が静電引力により密にカプセル化した電子顕微鏡像を観察できた時には大変感動致しました。2010年には、内表面に蛍光ドナーを選択的に化学修飾したナノチューブへ、蛍光クエンチャー修飾ナノ粒子がカプセル化、泳動輸送していく様子を時間分解蛍光顕微鏡で可視化することにも成功し、その中空構造がバルクから孤立した束縛空間であることを突き止めました。これらがきっかけとなり、中空構造を利用した研究への展開が可能となりました。

現在、目的用途に応じたナノチューブのテーラーメイド化技術(サイズ制御、貯蔵・放出機能、刺激応答性、分散化・階層化・複合化)に加え、安価な原料からの大量合成技術も確立しつつあります。ナノチューブに留まらず、当該研究で得られた知見・基盤技術を社会へ還元すべく、本会会員の皆様にも興味を持って頂けるような界面材料をはじめとする新素材の開発に邁進して参りますので、どうぞよろしく御願い申し上げます。

本総説は同所清水敏美名誉リサーチャー、増田光俊博士、浅川真澄副研究センター長らとの共同研究成果から成るものです。また研究を推進するにあたり同所北本大部門長より多大なご助言を賜りました。この場をお借りし感謝の意を申し上げます。