

表彰

第50回(平成27年度)日本油化学会学会賞
「両親媒性化合物分子集合体の機能開発と構造解析に関する研究」

河合武司氏

(東京理科大学工学部)



河合武司氏は、長年に亘り、一貫して両親媒性化合物が形成する様々な分子集合体の構造、物性および機能化の研究に取り組んできた。これまでに多機能な両親媒性化合物の発見、新規ナノマテリアルの創製、さらには単分子膜の振動分光測定法の開発など最先端の研究分野で顕著な成果を挙げている。その主な研究成果は以下のとおりである。

1. 両親媒性化合物の分子集合体の機能に関する研究

1.1 長鎖アミドアミン誘導体のソフトマテリアル機能

両親媒性化合物はソフトマテリアルとして機能するが、一般的に高性能・高機能な機能発現には複雑な官能基の導入が必要である。同氏は、わずか2ステップで簡便に合成できる単純な分子構造の長鎖アミドアミン誘導体(C18AA)でも多機能化が実現でき、超分子と同等以上の性能を発揮することを実証した。同氏が開発したC18AAの新規機能性材料のいくつかを以下に示す。

(1) 刺激応答材料

C18AAはトルエン中でオルガノゲルとなるが、そこに塩化リチウム水溶液を加えるとO/Wエマルションを形成し、低温では低粘性の溶液であるが、温度を上昇させるとゲル化することを発見した。すなわち、トルエンゲルとは全く逆の熱的挙動を示す新規感温性ゲルを創製した。またゲル化温度をC18AA濃度によって10～50℃の範囲で精密に調整できることも証明した。さらに、この感温性ゲルに第4級長鎖アミン(TOAB)を加えるだけで、特定の温度範囲で発色するエマルションの開発にも成功した。

(2) 貴金属ナノ材料

C18AAのトルエンゲルをテンプレートとして、幅が2nm以下で長さが数μmの極細金ナノワイヤーの作製に成功した。また、C18AAの分子集合体をソフトテンプレートとして利用すると、金ナノワイヤー以外にも2

次元あるいは3次元の網目状金ナノ結晶、白金やパラジウムのナノワイヤーの作製にも展開できることを証明した。さらに世界に先駆けてナノリング、ニューロン形状の金ナノ構造体、二重らせん構造のナノワイヤーのボトムアップ合成も達成している。

1.2 逆ミセルを反応場としたナノ粒子合成

逆ミセル内の水について様々な分光法から、界面活性剤の種類によらず3種類の異なる性質の水が存在することを証明した。また逆ミセル内の水を反応場として様々な単分散性ナノ粒子の合成を行い、ナノ粒子のサイズや形態は逆ミセル内の水の性質に大きく依存することを見出した。

2. 振動分光法による両親媒性化合物の構造解析に関する研究

同氏は、両親媒性化合物の分子集合体の構造や状態について非破壊で分子のコンフォメーションに敏感な振動分光法を用いて解明した。分子集合体の中でも単分子膜は物質量が少なく測定配置が限定されるため、振動スペクトルの測定はかなり困難である。しかし同氏は、赤外・ラマン分光法および非線形分光の赤外和周波分光法(SFG)において新規な測定手法を提案し、数々の単分子膜系でオリジナリティーの高い研究成果を挙げている。顕著な成果として、①世界で初めて水面上単分子膜の非共鳴ラマンスペクトルの観測に成功し、表面圧に伴う相転移挙動を解明した。②SFG法により金ナノ粒子と展開単分子膜のハイブリッド膜の構造を解明した。③赤外外部反射法の改良法を提案し、世界に先駆けて水溶性界面活性剤の濃度変化にともなう気水界面単分子膜のコンフォメーション変化を実証した。

以上のように、同氏のこれら一連の研究業績は油化学および界面化学分野の発展に大いに貢献し、学術的に高く評価されている。