

【研究活動報告】 ハイブリッドナノ粒子研究部 (2010. 1~200. 12)

教授：村松 淳司
 准教授：蟹江 澄志
 助教：中谷 昌史
 博士研究員：佐々木 隆史
 大学院生：山崎 裕一郎, 松原 正樹, 制野 友樹
 柳橋 宣利, 君島 健之, 田中 格, 小田 康史
 矢吹 純, 大沼 亜未, 安 昌圭
 学部生：小林 裕季, 西田 怜

本研究分野ではナノハイブリッド素材の創製について研究活動を行っている。2010年の研究活動としては、以下のように概括される。

1. 希少金属資源代替プロジェクト ～ITOナノインク合成～ (図1)

スズドープ酸化インジウム (ITO) 薄膜は高い透明性と導電性を示す。しかしながらインジウムは希少金属であることから、その使用量低減技術開発が急務である。使用量低減のためには、ITO ナノインクパターニングや静電塗布等、新たな薄膜調製法の開発が望ましいと考えられる。本研究では、その基材となる ITO ナノ粒子を液相法により精密にサイズ・形態制御しつつ合成する手法の開発を実施した。その結果、エチレングリコールを溶媒として用いることにより、高結晶・低抵抗 ITO ナノ粒子が合成できることを見出した。

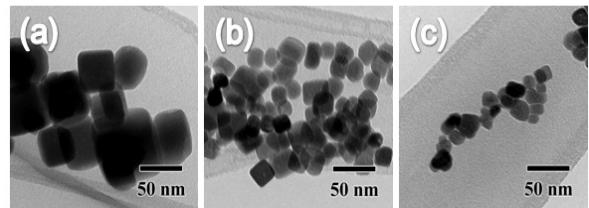


図1 合成した ITO ナノ粒子の TEM 写真

2. 有機無機ハイブリッド液晶：ナノ粒子液晶化による機能性マテリアル創製 (図2)

有機無機ハイブリッド化によるナノ組織構造形成は、その構造に由来した新規機能の発現に繋がる。本研究では、ナノ組織構造の配列・配向状態を外場により自在に制御することを目的とし、有機無機ハイブリッド化によりナノ粒子に液晶性を付与する研究を行っている。具体的には、単分散球状金ナノ粒子と有機 dendron とをハイブリッド化することにより、液晶性超格子の自発的形が可能であり、さらにはその構造が温度により変化することを見出した。

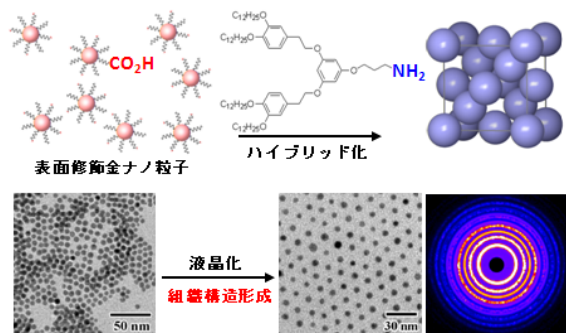


図2 粒子液晶化による液晶性超格子の形成

3. 遷移金属ドープ半導体ナノ粒子の作成とその光学・磁気特性制御 (図3)

半導体相へ遷移金属イオンをドープすることで、半導体の性質を持ちつつ磁性を有し、光による磁性制御または磁場による光学特性制御が可能となり、その特性はナノサイズ化による量子サイズ効果より変化するものと考えられる。そこで本研究では、粒径制御可能な遷移金属ドープ半導体ナノ粒子の作成と、異なる粒径がもたらす光学・磁気特性の制御を目的とし、まず Mn ドープ CdS ナノ粒子の合成とその光学特性の検討を行った。

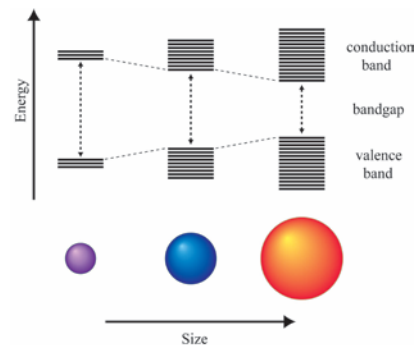


図3 量子サイズ効果の模式図

4. アクティブメンブレンの創製に向けた外場応答性リン脂質の開発 (図4)

脂質二分子膜は、膜タンパクの保持・イオン輸送など、機能材料設計の立場から観て実に魅力的な機能の宝庫である。しかしながら、二分子膜自身は、機能性を発現するというより、むしろ単に機能性分子固定用の土台としての役割を担うのみである。そこで本研究では、脂質二分子膜の構成単位であるリン脂質に着目し、サーモトロピック液晶性分子にリン脂質部位を導入することで、外場によりダイナミックな応答性を示す人工リン脂質、すなわち、人工脂質二分子膜を創製することを目的とし、実際に電場による配向制御が可能であることを見出した。

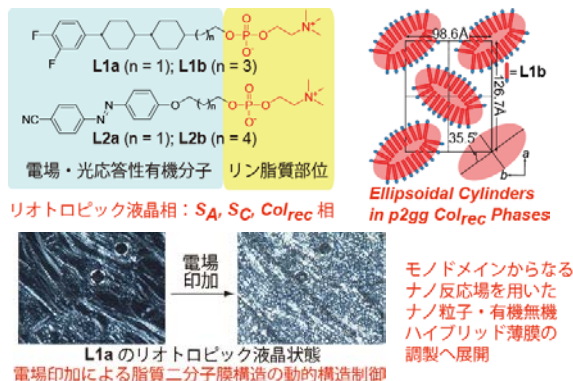


図4 外場応答性人工脂質二分子膜の創製

5. モバイル燃料電池用小型メタノール改質器の開発 (図5)

二次電池に代わる携帯型燃料電池へ水素を供給する方法として、水素生成効率がよく作動温度が低いメタノール水蒸気改質反応を利用した水素供給器の開発が期待されている。そこで本研究では、上記反応に対して高活性を示すアルミナ担持銅-酸化亜鉛触媒ナノ粒子を、表面積の大きいマイクロリアクター内の微細流路に液相還元法によって担持することで、小型高効率水素製造器の開発を目的とした。その結果、銅と亜鉛の発物質に対してそれらの錯体形成剤(錯化剤)を添加し、還元反応速度を制御することでCu-ZnO/Al₂O₃ナノ粒子を調製・担持することに成功し、その方法を利用することでマイクロリアクター中に触媒ナノ粒子を直接調製・担持させることに成功した。

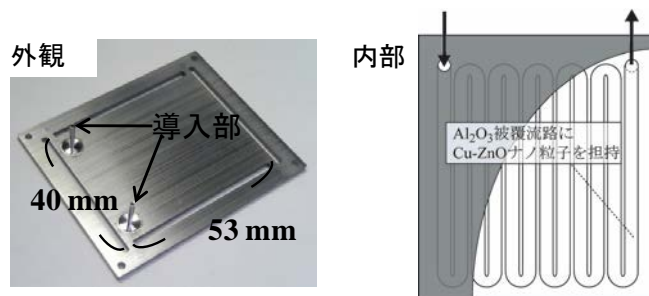


図5 本研究で使用したマイクロリアクター。

6. 液相還元選択析出法による新規 Pd および Rh 系触媒の調製 (図6)

Pd 系合金触媒材料は C4 化学において高い触媒活性を示すことが知られているが、反応中において元素が溶出し失活するという問題がある。これは触媒材料中において様々な種類の合金が共存していることおよびその結晶性が低いためであると考えられる。また、原子レベルで均一で結晶性の良い合金ナノ粒子を合成するためには、金属元素の還元・析出反応速度を厳密に制御することが重要となる。その為には、溶液中において金属元素が均質な錯体構造を持つことが必要不可欠と考えられる。そこで本研究では Pd 系触媒を選択し、溶液中でのPd錯体構造計算を行い、錯化剤の種類、pH 及び反応温度と生成した Pd 系合金ナノ粒子の相関について検討した。また、生成した粒子中のPd及びTeの状態や粒子径、結晶性の程度についての詳細なキャラクタリゼーション及び実際に工業触媒として使用する場合に不可欠な担体への均一な担持方法の開発と、触媒反応活性・安定性についても検討を行った。

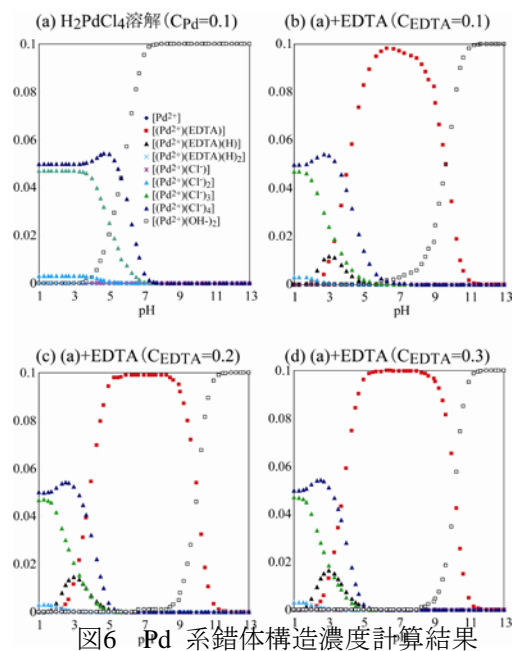


図6 Pd 系錯体構造濃度計算結果

その他、本研究分野においては、多元物質科学研究所内の各研究分野や、金属材料研究所、工学部、他大学、あるいは企業の研究所などと積極的に共同研究の展開をはかっており、多元ナノ材料研究センターに課せられた社会的要請に応えるべく、研究を進めている。