

I 金属・半導体ナノ粒子の合成と物性

Preparation and Characterization of Nanoparticles

佐藤井一・八尾浩史

Sato, S., Yao, H.

物質のサイズがナノメートルの大きさになると、その電子状態に変調が起こるため、種々の物性が変化する。このサイズ効果がどの様に発現され、物質の形状や化学種に対してどのように依存するのかを調べるため、金属（金・銀など）や無機半導体（シリコン・ゲルマニウムなど）を主な対象としてナノメートルサイズの粒子を作成する様々な技術を開発している。また電気物性や光学物性の観点から各種サイズ効果を詳細に解明すると共に、高機能化を目指し、来たるべきナノサイズ素子時代の一翼を担うべく微視的な物質系の基礎研究を行っている。

II ナノ粒子組織体・分散系の物性

A Study on Nanoparticle Assemblies and Dispersions

佐藤井一・八尾浩史

Sato, S., Yao, H.

微小な金属ナノ粒子や半導体粒子を水や有機溶媒に分散すると、液体の種類や粒子の表面状態に応じて分離沈降したり、均一に分散したり、特別な条件下ではナノ粒子結晶（超格子）を生成すると共に、その組織化・分散化の状態に応じてコロイド分散液の色調が変化する。更には、場合によっては光や熱、電場をトリガーにして粒子集合形態が1次元、2次元、3次元へと変化する。このような粒子系の集合構造の変化の原因とその物性を光学的、電氣的、磁氣的な手段を駆使して研究している。特に、ナノ粒子の精密配列を目指した2次元超構造体や3次元粒子結晶の作製を目的として、粒子集合体の組織構造を制御する方法の開発を行っている。

III 有機ナノ・メゾスコピック超分子構造

Nano/Mesoscopic Supramolecular Structures of Organic Aggregates

八尾浩史・佐藤井一

Yao, H., Sato, S.

ある種の有機 π 電子系機能色素分子は、自己組織的に規則正しい分子配列を持つ高次会合体（J会合体・H会合体）を形成し、その分子間相互作用・電子状態の非局在化を反映した特徴的な分光

特性を示すと共に、メゾスコピックサイズの超分子構造を取る。また、積極的なボトムアップの手法によって色素分子をナノ構造化すれば、バルク状態とは異なった相互作用に起因した新たな光学特性（特に発光特性）の発現・サイズ効果も期待できる。我々は、有機分子の高次会合体やそのナノ粒子が有する特徴的なモルフォロジー・超分子的構造・分子配列、更にはそれらと光学機能との相関について、様々なマイクロスコピックな手法（顕微蛍光/偏光観察・顕微分光・原子間力顕微鏡・光散乱・電子顕微鏡など）を駆使して研究を行っている。

IV 不斉ナノ物質の機能性に関する研究

Physicochemical Properties of Chiral Nanomaterials

八尾浩史・佐藤井一

Yao, H., Sato, S.

キラルな有機分子で表面保護された金属ナノクラスターの不斉光学応答は、表面配位子と量子サイズ効果が発現する領域にある金属コアの双方の影響を受けるため、通常分子系のものとは著しく異なっている。我々は、金属ナノクラスターのキラル化学の確立とその基礎学理の解明・展開を柱として、立体化学的に系統性を持ったキラル配位子を用いての光学活性金属ナノクラスターの精密合成・表面変換・不斉誘導・電子状態解明を目指し、種々の顕微鏡法や分光法を駆使して研究を行っている。これらの研究は、ナノからサブナノ領域における新しいキラル化学・制御手法を提供するものであると考えている。

発表論文 List of Publications

- I-1 東 省吾・佐藤井一：光化学エッチングによるシリコンナノ結晶の粒径制御、第 63 回コロイドおよび界面化学討論会（京都、2011）。
- I-2 S. Azuma, S. Sato, K. Kimura: Size regulation of Si nanoparticles by photon-enhanced chemical etching, The 24th International Conference on Amorphous and Nanocrystalline Semiconductors（奈良、2010）。
- I-3 S. Azuma, S. Sato, H. Yao: Size regulation of silicon nanoparticles by photochemical etching, International Meeting on Novel Catalyst Design and Surface Science（姫路、2011）。
- I-4 S. Azuma, S. Sato: Size regulation of Si nanoparticles through photon-enhanced chemical etching, *Chem. Lett.* **40**, (2011) 1294–1296.

- II-1 山内弘史・松田亜弓・佐藤井一・木村啓作：有機分子膜で保護された金ナノ結晶集合体の電氣的性質、第 63 回コロイドおよび界面化学討論会（京都、2011）。
- II-2 杉元達哉・木村啓作・八尾浩史：金ナノ粒子の表面構造制御とアビジンタンパク質との結合、第 63 回コロイドおよび界面化学討論会（京都、2011）。

- II-3 H. Yamauchi, T. Dobashi, S. Sato, H. Yao: Electrical properties of surface-modified gold nanoparticle assemblies, International Meeting on Novel Catalyst Design and Surface Science (姫路、2011) .
- II-4 T. Sugimoto, K. Kimura, H. Yao: Creation of functional hybrids of avidin protein and gold nanoparticles, International Meeting on Novel Catalyst Design and Surface Science (姫路、2011) .
- II-5 木村啓作・八尾浩史・佐藤井一: ナノの本質 - ナノサイエンスからナノテクノロジーまで、共立出版 (2011) 全 501 頁.
- II-6 H. Yao, A. Kuriyama, K. Kimura: Organic mediator-induced structural transformation in superlattices of monolayer-protected gold nanoparticles, *J. Colloid Interface Sci.*, **354** (2011) 55–60.
-
- III-1 T. Enseki, H. Yao: Synthesis and optical properties of organic carbocyanine dye nanoparticles, International Meeting on Novel Catalyst Design and Surface Science (姫路、2011) .
- III-2 H. Yao: Organic dye nanoparticles with intense fluorescence caused by a combined effect of intermolecular H-aggregation and restricted intramolecular rotation, 12th Conference on Methods and Applications of Fluorescence (MAF12) (Strasbourg, France, 2011) .
- III-3 H. Yao, K. Ashiba: Highly fluorescent organic nanoparticles of thiacyanine dye: A synergetic effect of intermolecular H-aggregation and restricted intramolecular rotation, *RSC Advances*, **1** (2011) 834–838.
- III-4 H. Yao: Mesoscopic self-assembly of trimethine cyanine dye in solution: Electrolyte-induced conversion in their supramolecular structures, In *Molecular Self-Assembly: Advances in Chemistry, Biology and Nanotechnology*, ed. by James P. Comrie; Nova Science Publishers, New York (2011) 213–231.
-
- IV-1 H. Yao: Asymmetric transformation of monolayer-protected gold and silver nanoclusters via chiral surface reactions, BIT's 2nd Annual World Congress of Catalytic Asymmetric Synthesis (WCCAS-2011) (Beijing, China, 2010) .
- IV-2 H. Yao, H. Sasahara: Porphyrin nanoparticles with induced optical activity, 25th Conference of the European Colloid and Interface Society (ECIS 2011) (Berlin, Germany, 2011) .
- IV-3 H. Yao, H. Sasahara: Organic porphyrin nanoparticles with induced optical activity: Ion-based synthesis from achiral chromophore and chiral counterions, *Chem. Mater.*, **23** (2011) 913–922.

大学院物質理学研究科

博士前期課程

東 省吾：シリコンナノ粒子の表面酸化による粒径制御

杉元達哉：金ナノ粒子の表面反応制御とアビジンタンパク質との結合

山内弘史：金ナノ粒子薄膜の電気伝導特性

科学研究費補助金等

- 1 文部科学省科学研究費補助金（平成 22～24 年度）基盤研究（C） 課題番号: 22510104
研究課題 金属ナノクラスターのポストキラル変換と不斉光学応答
研究代表者 八尾浩史
- 2 JST 研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）探索タイプ（平成 23～24 年度）
課題番号 AS232Z00079D
研究課題 強発光性有機ナノ粒子の創製と光デバイスへの応用に向けての探索研究
研究代表者 八尾浩史
- 3 松籟科学技術振興財団助成金（平成 23 年度）
研究課題 プリンテッド・エレクトロニクス用ナノ粒子インクの開発
研究代表者 佐藤井一