

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ように発現され、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徹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、ナノ粒子が分散している溶媒の電解質濃度や温度、蒸発速度などを調節しながら気液界面や固体基板上でナノ粒子を一様膜、あるいは2次元超構造体、3次元粒子結晶体に集合させる方法を開発している。

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

Yao, H.

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・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

Yao, H.

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。

V 有機薄膜デバイスに関する研究

Studies on organic thin film devices

田島裕之

Tajima, H.

有機薄膜デバイスは、有機 EL に代表されるように応用面が注目されているが、絶縁体物質に電荷キャリアを注入し、新しい物性を作り出すという点で、21世紀の電子物性研究の柱となる分野である。われわれは、有機トランジスタ、サンドイッチ型薄膜デバイスを種々の物質を用いて作成するとともに、これらのデバイスにおける物性測定技術の開発も行っている。

VI 光 CELIV 法に関する研究

Studies on Photo-CELIV measurements

田島裕之

光 CELIV 法は、サンドイッチ型接合デバイスに光照射を行い光キャリアを生成した後に、生じたキャリアを電場で抽出するという実験手法である。この実験は、解析法、実験手法を含めて世界的に注目されているが、われわれは極低温での実験を通して、基礎的な解析手法の確立を目指して研究を進めている。

VII 有機伝導体および強相関電子系に関する研究 Studies on Organic Conductors and Strongly Correlated Electron System

田島裕之
Tajima, H.

鉄フタロシアニン分子は、分子が持つ4回対称性のために、軌道磁気モーメントの消失が起こっていないという特異的な性質を持つ分子である。この分子からなる有機伝導体においては、巨大負磁気抵抗、自発磁化、異方的磁化率など、各種の異常な磁気特性を示す。この物質の磁性を調べるために、自己検知型カンチレバーを用いた超高感度磁気トルク測定法を開発し、この手法を用いた各種実験を展開した。また強相関系物質の分光測定、強磁場中での磁気抵抗測定を行った。

発表論文 List of Publications

- I-1 佐藤井一：プリンテッドエレクトロニクス用導電性(ナノ)インク的设计・開発とプロセス最適化 (サイエンス&テクノロジー、2014) 48 - 57.
- I-2 宮野真理・遠藤忍・佐藤井一 (発明者)：ケイ素微粒子発光体の製造方法、特許第 5563755 号 (登録日 2014 年 6 月 20 日)
- I-3 佐藤井一・土橋哲明・松田真輔：ボールミル粉碎によるカルボン酸修飾 Si 超微粒子の作製、第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (札幌, 2014. 9)
- I-4 S. Sato, H. Tajima: Thiolate-Capped Silicon Nanoparticle Inks for the Formation of Porous Silicon Films, 5th Topical Meeting on Spins in Organic Semiconductors (Himeji, 2014.10)
- I-5 D. Chen, L. Wang, S. Sato, H. Yao, N. Tamai: Exciton Population Dynamics of Ethoxy-terminated Silicon Quantum Dots: Femtosecond Near-IR Transient Absorption Spectroscopic Study, *Chem. Lett.* **44** (2015) 88 - 90.
- I-6 S. Sato, T. Dobashi, S. Matsuda: Mercaptosuccinic acid modified silicon particle inks: Production, structural, and electrical characterizations, *Chem. Eng. J.* (web release, January 2015)
- I-7 陳棟 (関西学院大)・富澤友樹 (関西学院大)・奥畑智貴 (関西学院大)・王莉 (関西学院大)・佐藤井一・八尾浩史・玉井尚登 (関西学院大)：シリコン量子ドットの励起子ダイナミクス-近赤外過渡吸収分光と時間分解発光分光-、第 8 回分子科学討論会 (広島、2014. 9)

- II-1 K. Kimura, S. Sato: Measurement of the index of refraction of μm crystals by a confocal laser microscope - Potential application for the refractive index mapping of μm scale, *Rev. Sci. Instrum.* **85** (2014) 053704 (6 pages)
- III-1 船田智仁・玉井尚人 (関西学院大) ・八尾浩史: 遠赤色発光性有機ナノ粒子: ナノ粒子内部粘度のサイズ依存性と強発光化、第 65 回コロイドおよび界面化学討論会 (東京、2014. 9) .
- III-2 福井千晃・八尾浩史: ポリイオン会合に基づく発光性 π 共役高分子ナノ粒子の作製法開発、第 65 回コロイドおよび界面化学討論会 (東京、2014. 9)
- III-3 船田智仁・八尾浩史: ルイス酸-塩基対型有機ナノ粒子の作製と新規分光特性の発現、Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路、2014. 12)
- III-4 福井千晃・八尾浩史: ポリイオン会合に基づくポリフェニレンビニレン π 共役高分子ナノ粒子の作製と発光特性、Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路、2014. 12)
- III-5 Hiroshi Yao, Tomohito Funada : Mechanically Inducible Fluorescence Colour Switching in formation of Organic Nanoparticles of an ESIPT Molecule, *Chem. Commun.*, **50** (2014) 2748–2750.
- IV-1 小林亮太・野々口斐之 (奈良先端大) ・八尾浩史: キラルな配位子で保護された魔法数 AuAg 二元金属ナノクラスターの作製と不斉光学応答、第 65 回コロイドおよび界面化学討論会 (東京、2014. 9)
- IV-2 岩津真名・八尾浩史: 水溶性ホスフィン保護金ナノクラスターの合成・魔法数分画とキラル相間移動、Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路、2014. 12)
- IV-3 小林亮太・野々口斐之 (奈良先端大) ・八尾浩史: キラル配位子保護 AuAg 二元金属ナノクラスターの構造・不斉光学応答、Cat-on-Cat シンポジウム 2014 (姫路、2014. 12) .
- IV-4 Hiroshi Yao, Ryota Kobayashi : Chiral monolayer-Protected Au-Pd Bimetallic Nanoclusters: Effect of Palladium Doping on their Chiroptical Responses, *J. Colloid Interface Sci.*, **419** (2014) 1–8
- IV-5 Yuki Ishikawa, Hiroshi Yao : Surface Magnetoplasmons in Silver Nanoparticles: Apparent Magnetic-Field Enhancement manifested by Simultaneous Deconvolution of UV-vis Absorption and MCD Spectra, *Chem. Phys. Lett.*, **609** (2014) 93–97
- IV-6 Ryota Kobayashi, Yoshiyuki Nonoguchi (奈良先端大) , Akito Sasaki (リガク) , Hiroshi Yao : Chiral Monolayer-Protected Bimetallic Au-Ag Nanoclusters: Alloying Effect on their Electronic Structure and Chiroptical Activity, *J. Phys. Chem. C.*, **118** (2014) 15506–15515
- IV-7 八尾浩史: 表面保護金属ナノクラスターの魔法数構造・電子状態とキラル機能、化学とマイクロ・ナノシステム学会誌, **13**, 第 1 号 (2014) 9–15
- IV-8 Hiroshi Yao : Circular Magnetoplasmonic Modes of Silver Nanoparticles detected by Spectral Deconvolution Analysis of Electronic Absorption and MCD, 13th International Conference of Near-field Optics and Nanophotonics (NFO-13) (Salt Lake City, 2014. 9).
- IV-9 Hiroshi Yao (招待講演) : Ion-based Fluorescent Organic Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Spectroscopic Properties, 1st International Caparica Conference on Chromogenic and Emissive Materials (IC3EM-2014) (Lisbon, 2014. 9)
- V-1 西岡友輔・田島裕之・佐藤井一・池本夕佳 (JASRI) ・森脇太郎 (JASRI) ・木下豊彦 (JASRI) :

- PEDOT:PSS 膜の反射率測定、分子科学会(2014.9、東広島)
- V-2 有馬駿介・佐藤井一・田島裕之：ペリレン単結晶を用いた電界効果型トランジスタ 分子科学会(2014.9、東広島)
- VI-1 H. Tajima: Magnetoresistance and Magnetophotocurrent Associated with Excited States in Organic Compound: An approach using photo-CELIV Measurements: International Workshop on Organic Spintronics and Organic Solar Cells, 2014. 6. 26-27, Wuhan, China (招待講演).
- VII-1 T. Isono, H. Kamo, A. Ueda, K. Takahashi, M. Kimata, H. Tajima, S. Tsuchiya, T. Terashima, S. Uji, H. Mori: Gapless quantum spin liquid in an organic spin-1/2 triangular-lattice κ -H₃(Cat-EDT-TTF)₂, Phys. Rev. Lett., 112, 177201 (2014). (5 pages).
- VII-2 池田光雄 (阪大)・神田成慶 (阪大)・村川寛 (阪大)・松田真生 (熊本大)・稲辺保 (北大)・田島裕之・花咲徳亮 (阪大) : 局在スピンの密度の巨大磁気抵抗効果への影響、物理学会 (2015.3、早稲田大学)

大学院物質理学研究科

博士前期課程

- 有馬駿介：有機薄膜トランジスターの作成と物性測定
- 小林亮太：2元金属ナノクラスターの作製及び物性測定
- 船田智仁：有機ナノ粒子の作製と発光特性
- 西岡友輔：有機薄膜太陽電池の作成および薄膜の分光特性測定
- 福井千晃：高分子を用いたナノ粒子作成およびその発光特性測定
- 宮尾文啓：赤外反射率の電界効果測定

科学研究費補助金等

- 文部科学省科学研究費補助金 (平成 24~26 年度) 基盤研究 (C) 課題番号: 24550147
- 研究課題 極低温におけるバルクヘテロ接合の電子輸送特性の研究
- 研究代表者 田島裕之