

I ナノ粒子の合成と物性

Preparation and Characterization of Nanoparticles

佐藤井一・八尾浩史・木村啓作

Sato, S., Yao, H., Kimura, K.

物質のサイズがナノメートルの大きさになってくるとその電子状態に変調が起こり、これが種々の物性量に反映する。このサイズ効果がどのようにに発現され、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 ナノ粒子組織体と分散系の物性

A Study on Nano-Colloid Assemblies and Dispersions

八尾浩史・佐藤井一・木村啓作

Yao, H., Sato, S., Kimura, K.

微小な金属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種類・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、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、更にはフラクタル構造へと変化する。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・木村啓作・佐藤井一

Yao, H., Kimura, K., Sato, S.

ある種の有機 π 電子系色素分子は、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。またその超分子構造は、分子構造のみならず、それが形成する場、例えば2相界面の性質にも依存する。我々は、その高次有機会合体が有する特徴的なモルフォロジーや超分子的構造・分子配列、更にはそれらと光学機能との相関についての直接的な解明を目指し、単一の会合体に注目した研究を、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）を駆使して行っている。

Ⅳ 機能性物質の物性研究

Physico-Chemical Properties of Functional Materials

木村啓作・八尾浩史・佐藤井一

Kimura, K., Yao, H., Sato, S.

ナノ粒子が集合するとその組織構造により単結晶から稠密凝集物、フラクタル凝集体にわたる様々な固体状態をとり、それに応じて量子サイズ効果を含んだ各種の固体物性を示すようになる。ナノ粒子やナノ構造体の微視構造を明らかにするため走査トンネル顕微鏡や原子間力顕微鏡等による測定を行っている。このナノ粒子組織体の示す機能を明らかにするために、分光学的な測定や電気伝導度の測定を行っている。

発表論文 List of Publications

- I-1 浜田健吾・池田貴俊・佐藤井一・木村啓作：ゲルマニウムナノ結晶の光酸化による粒径制御、第2回分子科学討論会（博多、2008）
- I-2 佐藤井一・木村啓作：光照射を利用した半導体ナノ粒子のサイズ均一化技術の開発、兵庫県立大学シンポジウム「産学共生への挑戦」（姫路、2008）
- I-3 登川善仁・佐藤井一・八尾浩史・木村啓作：ポリアクリルアミドゲル電気泳動法による金ナノ粒子の分画とサイズ測定、第2回分子科学討論会（博多、2008）
- I-4 Y. Noborikawa, N. Sugimoto, S. Sato, H. Yao, K. Kimura: Fractionation and Size Determination of Gold Nanoparticles by Polyacrylamid Gel Electrophoresis, International Workshop on Topological Supramolecules (Osaka, Japan 2008)
- I-5 K. Hamada, T. Ikeda, S. Sato, K. Kimura: Light-Induced Size-Regulation and Surface Modification of Germanium Nanocrystals, International Workshop on Topological Supramolecules (Osaka, Japan 2008)
- I-6 S. Sato, K. Yamaguchi, H. Yao, K. Kimura, Synthesis and Optical Characterization of Surface Modified Si Nanocrystals with Organic Surfactants, International Symposium on Organosilicon Chemistry (Jeju, Korea, 2008)
- I-7 S. Sato, T. Ikeda, K. Hamada, K. Kimura: Size Regulation by Bandgap-Controlled Etching: Application to Germanium Nanoparticles, Solid State Commun., 149(2009) 862-865
- II-1 西田直樹・八尾浩史・木村啓作：キラル配位子交換反応による銀ナノクラスターへの光学活性の付与、第2回分子科学討論会（博多、2008）
- II-2 西田直樹・Shibu Edakkattuparambil・八尾浩史・大西胤生・木村啓作・Pradeep Thalappil : Fluorescent gold nanoparticle superlattices, 第2回分子科学討論会（博多、2008）
- II-3 八尾浩史・福井俊行・木村啓作：キラル配位子修飾金ナノクラスターの光学活性・不斉変換、第2回分子科学討論会（博多、2008）
- II-4 北岡典征・八尾浩史・木村啓作：キラル配位子修飾金ナノクラスターの表面化学反応と光学活性、第3回化学プラットフォーム@関西シンポジウム（大阪、2009）
- II-5 N. Nishida, H. Yao, K. Kimura: Chiral Functionalization of Monolayer-Protected Silver Nanoclusters by Chiral-Exchange Reactions, Nano Ostrava 2008 (Ostrava, Czech, 2008)
- II-6 H. Yao (*invited talk*), T. Fukui, K. Kimura: Influence of Achiral/Chiral Phase Transfer on the Chiroptical Responses of Ligand-Protected Gold Nanoclusters, International Symposium on Monolayer-Protected Clusters; ISMPC 08 (Jyväskylä, Finland, 2008)
- II-7 H. Yao, M. Kurokami, K. Kimura: Gold Nanoparticle Superlattices Self-assembled at a Solid/Liquid Interface, 34th International Conference on Micro and Nano Engineering 2008 (Athens, Greece, 2008).

- II-8 H. Yao, T. Fukui, K. Kimura: Asymmetric Transformation of Monolayer-Protected Gold Nanoclusters via Chiral Phase-Transfer, *J. Phys. Chem. C*, **112** (2008) 16281–16285
- II-9 N. Nishida, E. S. Shibu, H. Yao, T. Oonishi, K. Kimura, T. Pradeep: Fluorescent Gold Nanoparticle Superlattices, *Adv. Mater.*, **20** (2008) 4719–4723
- III-1 H. Yao, Y. Morita, K. Kimura: Effect of Organic Solvents on *J* Aggregation of Pseudoisocyanine Dye at Mica/Water Interfaces: Morphological Transition From Three-Dimension to Two-Dimension, *J. Colloid Interface Sci.*, **318** (2008) 116–123
- III-2 H. Yao, S. Kobayashi, K. Kimura: Proof of Partial Flattening of Meso Substituents in Tetracationic Porphyrin at a Mica/Solution Interface, *Chem. Lett.*, **37** (2008) 594–595
- III-3 H. Yao, M. Yamashita, K. Kimura: Organic Styryl Dye Nanoparticles: Synthesis and Unique Spectroscopic Properties, *Langmuir*, **25** (2009) 1131–1137; (highlighted in "Noteworthy Chemistry" published by ACS (Feb. 23, 2009))
- IV-1 Nair Sreekumaran · 木村啓作 : Size-dependent electric charge transport in carboxylate modified water-soluble gold clusters, 第2回分子科学討論会 (博多、2008)
- IV-2 木村啓作 : バルクからナノ粒子へ、ナノ粒子から3次元超格子へ、第3回化学プラットフォーム@ 関西シンポジウム (大阪、2009)
- IV-3 N. Sugimoto, S. Sato, H. Yao, Y. Negishi (東京理大) , T. Tsukuda (北大) , K. Kimura: Electrophoretic Size Determination of Gold Clusters from Au Magic Numbered Clusters to Au Nanoparticles, Nano Ostrava 2008 (Ostrava, Czech, 2008)
- IV-4 A. S. Nair, K. Kimura: Charge Transport Behavior of *N*-(2-Mercaptopropionyl glycine)-Protected Gold Clusters with Temperature, *Langmuir*, **25** (2009) 1750–1756
- IV-5 A. S. Nair, K. Kimura: Investigation of Charge Transport in Mercaptosuccinic Acid-Passivated Gold Clusters, *J. Chem. Phys.*, **129** (2008) 184117 [7 pages]
- IV-6 R. Prajapati, L. Mishra, K. Kimura: Supramolecular Architectures Constructed on the Skeleton of Silver Nitrate, 4,4'-Bipyridine and Triphenylphosphine/1,2-bis (diphenylphosphino)ethane; Synthesis, Structural Characterization and Non-covalent Interaction, *Inorg. Chim. Acta*, **362** (2009) 3219–3224
- IV-7 R. Prajapati, L. Mishra, K. Kimura, P. Raghavaiah: Metal-Organic Frameworks (MOFs) Constructed from Zn^{II}/Cd^{II} -2,2'-bipyridines and Polycarboxylic Acids:

大学院物質理学研究科

博士後期課程

西田直樹：光学活性銀ナノクラスターの合成

博士前期課程

登川善仁：単分子保護金ナノ粒子の精密サイズ分別

濱田健吾：表面保護ゲルマニウムナノ粒子の作製とその光学特性

北岡典征：キラル配位子保護金ナノクラスターの表面化学反応

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16-20年度）基盤研究（S） 課題番号16101003
研究課題 量子ドットから量子結晶へ：2次元、3次元ナノ粒子結晶の創製と展開
研究代表者 木村啓作
- 2 文部科学省科学研究費補助金（平成18-20年度）特別研究員奨励費課題番号1806358
研究課題 ナノ粒子超格子の電氣的・電子的、輸送現象特性の研究
研究代表者 木村啓作
研究分担者 **Sreekumaran Nair**
- 3 文部科学省科学研究費補助金（平成19-21年度）基盤研究(B)(2) 課題番号19310076
研究課題金 ナノクラスターのキラル化学：基礎学理の解明と展開
研究代表者 八尾浩史
- 4 兵庫県次世代科学技術研究調査研究（平成20年度）
研究課題 光照射を利用した半導体ナノ粒子のサイズ均一化技術の開発
研究代表者 佐藤井一