

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・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 機能性物質の物性研究

Physicochemical 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 佐藤井一・木村啓作：半導体ナノ粒子の光酸化による粒径制御—ゲルマニウムナノ粒子への応用、第 70 回応用物理学会学術講演会（富山、2009）。
- I-2 佐藤井一・木村啓作：ゲルマニウムナノ粒子の光酸化による粒径制御、第 62 回コロイドおよび界面化学討論会（岡山、2009）。
- I-3 S. Sato, T. Ito, K. Kimura: Refractive index regulation of gold nanocrystal

- superlattices by varying the nanocrystal size, *Microprocesses and Nanotechnology 2009* (札幌, 2009).
- I-4 S. Sato, K. Kimura: Photon-enhanced etching of germanium nanoparticles: bandgap and size control, *The 3rd Asian Conference on Colloid & Interface Science* (Jeju, Korea 2009).
- I-5 T. Tanemura, S. Sato, M. Kundu, C. Yamada, Y. Murata: Growth of single-crystal SiO₂ clusters on Si(001) surface, *J. Appl. Phys.*, 105, 074310 (2009).
- I-6 K. Kimura, N. Sugimoto, S. Sato, H. Yao, Y. Negishi (東理大), Tatsuya Tsukuda (北大): Size determination of gold clusters by polyacrylamide gel electrophoresis in a large cluster region, *J. Phys. Chem. C*, 113 (2009) 14076-14082.
- II-1 北岡典征・八尾浩史・木村啓作・佐々木明登: 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19回日本MRS学術シンポジウム(横浜、2009)。
- II-2 佐伯昌紀・八尾浩史・木村啓作: ボロン酸修飾銀ナノクラスターの作製と不斉変換、第62回コロイドおよび界面化学討論会(岡山、2009)。
- II-3 H. Yao (Invited Talk): Optical activity in monolayer-protected metal clusters, ACS 2009 Fall National Meeting; “A decade of chirality/chiroptical properties of metallic clusters” symposium (Washington D.C., USA, 2009).
- II-4 H. Yao, N. Nishida, K. Kimura: Conformational study of chiral penicillamine ligand on optically active silver nanoclusters with IR and VCD spectroscopy, *Chem. Phys.*, 368 (2010) 28-37.
- II-5 H. Yao, M. Kurokami, K. Kimura: Carbon graphite surfaces modified with two-dimensional arrays of N-acetyltripeptide-protected gold nanoparticles, *Colloid Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 361 (2010) 174-179.
- III-1 H. Yao, M. Yamashita, K. Kimura: Ion-based fluorescent organic nanoparticles, ROCAM 2009 (Brasov, Romania, 2009).
- IV-1 K. Kimura (Keynote Lecture): Quality superlattice made of gold nanoparticles: structure, optical and electric properties, ICONSAT 2010 (IIT Bombay, India, 2010).
- IV-2 K. Kimura: Quality superlattice made of nanoparticles and collective optical properties, Lecture in Universite du Maine (Le Mans, France, 2009).
- IV-3 K. Kimura: “Regulation of interparticle interaction of metallic nanoparticles dispersible in water”, “Preparation of water-soluble semiconductor nanoparticles”, “Quality superlattice and collective optical properties”, & “Polyacrylamide gel electrophoretic size separation and size determination”, Lectures in The University of P & M Curie - Paris VI (Paris, France, 2009).
- IV-4 K. Kimura: Charge transport properties of gold nanoparticle assemblies modified with thiolate, Lecture in IIT Madras (Chennai, India, 2010).
- IV-5 K. Kimura: Regulation of interparticle interaction of metallic nanoparticles dispersible in water: Dispersion, controlled assembly, and formation of particle crystals, *Chem. Lett. (Highlight Review)*, 38 (2009) 754-761.
- IV-6 木村啓作: 金属ナノ粒子の粒子間力の制御と粒子配列制御、日本結晶成長学会誌、**36** (2009), 96-105.
- IV-7 E. S. Shibu, K. Kimura, T. Pradeep: Gold nanoparticle superlattices: Novel

- surface enhanced Raman scattering active substrates, Chem. Mater., **21** (2009) 3773-3781.
- IV-8 A. S. Nair, K. Kimura: Temperature dependence on the charge transport behaviour of 3-D superlattice crystals of mercaptosuccinic acid-protected gold nanoparticles, Phys. Chem. Chem. Phys., 11 (2009) 9346-9350 (Cover article).
- IV-9 E. S. Shibu, M. A. H. Muhammed, K. Kimura, T. Pradeep: Fluorescent superlattices of gold nanoparticles: A new class of functional materials, Nano Res., 2 (2009) 220-234.

大学院物質理学研究科

博士前期課程

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

佐伯昌紀：ボロン酸修飾金属ナノクラスター

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 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
- 2 文部科学省科学研究費補助金（平成 21～22 年度）若手研究 B 課題番号:21760012
研究課題 金属ナノ粒子から成る人工誘電体の合成と物性評価
研究代表者 佐藤井一
- 3 ひょうご科学技術協会平成 21 年度研究助成
研究課題 金ナノ粒子周期配列体の合成と物性評価
研究代表者 佐藤井一
- 4 日本学術振興会外国人招へい研究者プログラム（平成 21 年度）
研究課題 薬理機能を有する有機化合物のナノ粒子化とその光化学に関する研究
研究代表者 八尾浩史
招聘研究者 Maged A. El-Kemary