

## 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  
Sato, S.

物質のサイズがナノメートルの大きさになると、その電子状態に変化が起こるため、種々の物性量に変化する。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  
Sato, S.

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、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、電気的手段を駆使して研究している。特に、ナノ粒子が高濃度に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 光 CELIV 法に関する研究

### Studies on Photo-CELIV measurements

田島裕之  
Tajima, H.

光 CELIV 法は、サンドイッチ型接合デバイスに光照射で光キャリアを生成し、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、基礎的な解析手法を確立した。現在この実験手法を有機薄膜太陽電池に適用し、必要に応じて磁場効果を調べて、励起子挙動の解明を目指した研究を進めている。

## IV 電荷注入障壁に関する研究

Studies on charge injection barrier using displacing current measurement technique

田島裕之・佐藤井一  
Tajima, H., Sato, S.

有機薄膜の電荷注入障壁の決定は、これまで光電子分光あるいは逆光電子分光を用いて行われてきたが、実デバイスを用いて電荷注入障壁を決定する手法を考案した。この手法は、LUMO への電子注入と HOMO へのホール注入の両方を調べることができることに加えて、装置自体も簡易で応用範囲が広いという特色がある。この手法を発展させるために、各種試料に対する実験を行っている。

## V 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、各種の異常な磁気電導特性を示す。この物質の物性を調べるための各種実験を現在展開中である。

### 発表論文 List of Publications

- I-1 佐藤井一：多孔質シリコン膜形成用ナノ粒子インク，コンバーテック，526, 63 - 65 (2017).
- I-2 K. Tanaka, W. Nagoya, K. Moriki, S. Sato: Porous Silicon Film Formation from Silicon-Nanoparticle Inks: the Possibility of Influences of van der Waals Interactions on Uniform Film Formation, The 6th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies, PO1-32 (福井, 2017. 6).
- I-3 W. Nagoya, K. Tanaka, K. Moriki, S. Sato: Influence of Ambient Gas on the Electrical Conduction of Porous Silicon films Produced from Silicon Nanoparticle Inks, The 6th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related

- Nanotechnologies, PO1-34 (福井, 2017. 6).
- I-4 K. Tanaka, W. Nagoya, K. Moriki, S. Sato: Jpn. J. Appl. Phys. 57, 02CC05 [4 pages] (2018).
- I-5 坪田秀平, 田中一生, 名古屋渉, 田邊彩枝, 本保すみれ, 森迫優, 佐藤井一: IV 族半導体ナノ粒子インクの作製とその塗布膜の電氣的評価, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集 19p-P8-7 (東京, 2018.3).
- I-6 吉角龍一, 長谷川 尊之, 田中義人, 田中一生, 名古屋渉, 佐藤井一: 表面修飾されたシリコンナノ粒子で形成される薄膜の光学的・電氣的特性, 第 73 回日本物理学会年次大会講演要旨集 22a-PS-113 (東京, 2018.3).
- II-1 佐藤井一: シリコンナノ粒子インクー塗って作る新たなナノシリコン膜, クリーンテクノロジー, 27, 56 - 60 (2017).
- IV-1 H. Tajima, K. Yoshida, S. Sato, T. Kadoya, J. Yamada: "Estimation of the charge injection barrier at a metal/organic semiconductor interface based on accumulated charge measurement: the effect of offset bias voltages", J. Phys. Chem. C, 121 (2017) 14725-14730.
- IV-2 H. Tajima, N. Yasukawa, H. Nakatani, S. Sato, T. Kadoya, J. Yamada: "Estimation of hole injection barrier at the poly-3(hexylthiophene)/ metal interface using accumulated charge measurement", Org. Electronics, 51 (2017) 162-167.
- IV-3 宮本裕太, 吉田恵亮, 角屋智史, 佐藤井一, 山田順一, 田島裕之: 「金属/有機半導体界面における蓄積電荷測定: オフセット電圧の効果」応用物理学会 2017 秋季年会 (福岡国際会議場等 2017 年 9 月 5 日- 8 日)
- IV-4 中谷比沙希, 安川直人, 角屋智史, 山田順一, 佐藤井一, 田島裕之: 「蓄積電荷測定法による金属/P3HT 界面の電荷注入障壁測定」応用物理学会 2017 秋季年会 (福岡国際会議場等 2017 年 9 月 5 日- 8 日)
- IV-5 荻野晃成, 谷村利精, 佐藤井一, 横松得滋, 前中一介, 角屋智史, 山田順一, 田島裕之: 「光照射による H<sub>2</sub>Pc の蓄積電荷測定」応用物理学会 2017 秋季年会 (福岡国際会議場等 2017 年 9 月 5 日- 8 日)
- IV-6 大塚理人, 谷村利精, 荻野晃成, 角屋智史, 佐藤 井一, 横松得滋, 前中一介, 山田順一, 田島裕之: 「光照射下での金属/フラーレン界面における蓄積電荷測定」応用物理学会 2017 秋季年会 (福岡国際会議場等 2017 年 9 月 5 日- 8 日)
- IV-7 田島裕之, 角屋智史, 佐藤井一, 大塚理人, 荻野晃成, 横松得滋, 前中一介, 山田順一: 「蓄積電荷測定法による有機半導体/金属界面の電荷注入障壁測定」応用物理学会 2017 秋季年会 (福岡国際会議場等 2017 年 9 月 5 日- 8 日)
- IV-8 高嶋航平, 角屋智史, 久保和也, 田島裕之, 山田順一: 「DCNQI 骨格に基づく n 型有機薄膜トランジスタ」分子科学討論会 (東北大学川内北キャンパス 2017 年 9 月 15 日~9 月 18 日)
- IV-9 眞埜将太郎, 角屋智史, 久保和也, 田島 裕之, 山田 順一: 「非対称 BTBT を用いた有機薄膜トランジスタ」分子科学討論会 (東北大学川内北キャンパス 2017 年 9 月 15 日~9 月 18 日)

日)

- IV-10 角屋智史、大塚理人、荻野晃成、佐藤井一、横松得滋、前中一介、山田順一、田島裕之：「蓄積電荷測定法による金属電極・有機半導体界面の電荷注入障壁測定」分子科学討論会（東北大学川内北キャンパス 2017年9月15日～9月18日）
- IV-11 田島裕之、角屋智史、山田順一、佐藤井一、大塚理人、荻野晃成、横松得滋、前中一介：「蓄積電荷測定法による有機半導体／金属界面の電荷注入障壁測定」日本物理学会 2017年秋季大会（岩手大学 2017年9月12日－15日）
- V-1 K. Torizuka, Y. Uwatoko, M. Matsuda, G. Yoshida, M. Kimata, H. Tajima: "Weak-ferromagnetic response of d electrons, and antiferromagnetic Response of Electrons in TPP[Mn(Pc)(CN)<sub>2</sub>]<sub>2</sub> in torque magnetometry experiments", *J. Phys. Soc. Jpn.* **86** (2017) 114709-1-10.
- V-2 H. Udono, M. Imai, S. Kojima, T. Kume, K. Tanigaki, and H. Tajima: "Optical transmittance and reflectance studies and evidence of weak electron - phonon interaction in Type-I Ge clathrate Ba<sub>8</sub>Ga<sub>16</sub>Ge<sub>30</sub>", *J. Appl. Phys.*, **121** (2017) 175105-1-5.

## 大学院物質理学研究科

博士前期課程

- 大塚 理人：蓄積電荷測定法による有機半導体／金属界面における電荷注入障壁測定
- 白津 太助：プラズモニック金属ナノ構造体の磁気光学応答
- 田中 一生：固体表面におけるシリコンナノコロイドの膜化／凝集化－ハマカー定数との関連性
- 名古屋 渉：シリコンナノコロイドから作製した導電性シリコンナノ構造膜

## 科学研究費補助金等

文部科学省科学研究費補助金（平成 27～29 年度）基盤研究（C） 課題番号：15K05994

研究課題 シリコンナノ粒子インクによるプリンタブル多孔質シリコン膜

研究代表者 佐藤井一

ひょうご科学技術協会学術助成金（平成 29 年度） 課題番号：29014

研究課題 変位電流法を用いた有機薄膜の電荷注入障壁測定技術の開発

研究代表者 田島裕之