

Functional Materials I

機能性物質学 I

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.

物質がナノメートルサイズになると、電子状態に変化が起こるため、様々な物性が変化する。そのサイズ効果がどの様に発現し、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製する様々な技術を開発している。得られたナノ粒子について、電気物性や光学物性の観点から各種サイズ効果を解明し、機能性物質としての可能性を検討する。

II ニューロモルフィックハードウェアに関する研究

Research on Neuromorphic Hardware

佐藤井一
Sato, S.

物質科学の観点からニューロモルフィックハードウェア研究を進める。本研究は(1)基礎研究と(2)応用研究の二つの側面から取り組む。(1)基礎研究では、シナプス可塑性などのニューロモルフィック特性を有するナノ物質の作製を目指し、その特性向上とメカニズムの解明に取り組む。(2)応用研究では、様々なニューロモルフィック物質の理想特性をエミュレータ回路で実現し、実際にニューロモルフィックハードウェアを構築して性能を評価する。これにより、ハードウェアの改良を進めるとともに、ハードウェアへの実装時に求められるニューロモルフィック物性への要望を基礎研究の方向性に反映させる。

III 有機物質の電子物性に関する研究

Studies on Physical Properties of Organic Materials

田島裕之
Tajima, H.

有機物質は絶縁体というイメージが強いが、金属的挙動、半導体的挙動を示すものなど様々な物質が開発されている。特に有機半導体薄膜は、電子デバイスとの関連で盛んに研究されている。本課題では、電子物性測定の観点から、様々な有機物質の物性を研究している。

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
Tajima, H

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 プラズモニック WGM を利用した光機能制御

Control of photonic characteristics by plasmonic WGM

小簗 剛
Komino, T.

表面プラズモン、励起子、発光を結合するウィスパリングギャラリーモード (WGM) の微小共振器に関する研究を展開している。この中で令和 5 年度は、長距離伝搬表面プラズモンを閉じ込める共振器を作製し、閉じ込めたプラズモンを利用して発光の増幅が起こることを見出した。

発表論文 List of Publications

- I-1 S. Sato, K. Kimura, K. Osuna, "Silicon nanocrystals produced by adiabatic expansion of silicon vapor: emergence of body-centered cubic silicon nanocrystals", The 9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO), Ishikawa, June 2023.
- I-2 S. Sato, K. Kimura, K. Osuna, "Silicon nanocrystals produced by adiabatic expansion of silicon vapor: emergence of body-centered cubic silicon nanocrystals", *Jpn. J. Appl. Phys.* **63**, 01SP28 [3 pages] (2024).
- II-1 T. Ichinohe, H. Ohno, S. Sato, "Novel cyclic shift of resistance in nitrogen containing titanium oxide films", MRM2023/IUMRS-ICA2023 Grand Meeting, Kyoto Dec. 2023.
- IV-1 H. Tajima*, T. Oda, T. Kadoya; "Nonthermal Equilibrium Process of Charge Carrier Extraction in Metal/Insulator/Organic Semiconductor/Metal (MIOM) Junction"; *Magnetochemistry*, **9**, 180-1-9 (2023).
- IV-2 田島裕之、小田丈志、角屋智史：「金属／絶縁体／有機半導体／金属接合における熱平衡および非熱平衡型電荷抽出」、*信学技報 (IEICE Technical Report)*, OME2023-47, 21-26 (2023).
- IV-3 田島裕之、角屋智史：「金属／絶縁体／有機半導体／金属 (MIOM) 接合における非熱平衡型電荷抽出」、分子科学討論会、大阪、2023 年 9 月。

- IV-4 田島裕之、角屋智史、小田丈志：「金属 (M1) /絶縁体 (INS) /有機半導体(OS)/金属(M2) [MIOM] コンデンサーにおける非熱平衡型電荷抽出」、応用物理学会、熊本、2023年9月
- IV-5 小田丈志、田島裕之、角屋智史：「蓄積電荷測定法を用いた OS/Au (OS = phthalocyanine, pentacene) の電子注入障壁測定、応用物理学会、熊本、2023年9月
- IV-6 Hiroyuki Tajima, Tomofumi Kadoya: "Nonthermal Equilibrium Process of Charge Extraction in Metal 1 (M1)/ Insulator (INS)/ Organic Semiconductor (OS)/ Metal 2 (M2), MIOM capacitor, 日中有機半導体シンポジウム, 名古屋, 2023 12 月.
- IV-7 田島裕之、小田丈志、角屋智史、「金属/絶縁体/有機半導体/金属接合における熱平衡および非熱平衡型電荷抽出」電子情報通信学会(招待講演)、姫路、2023年11月。
- V-1 戸川恭輔, 三ヶ尻智紀, 田島裕之, 田中義人, 小金澤智之, 仲谷友孝, 小簗剛, 一重項分裂材料から成る WGM 微小共振器, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会 2024 年 3 月.
- V-2 高石みなみ, 田島裕之, 横松得滋, 前中一介, 小簗剛, ウィスパリングギャラリーモードを利用した 発光励起子;表面プラズモンの結合, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会 2024 年 3 月.
- V-3 今田和希, 小簗剛, 田島裕之, 横松得滋, 前中一介, リング型プラズモニックWGM共振器の構造最適化, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会 2024 年 3 月.
- V-4 縣周平, 戸川恭輔, 田島裕之, 小簗剛, 1,3-Diphenylisobenzofuran 薄膜における光酸化速度の評価, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会 2024 年 3 月.
- V-5 三ヶ尻智紀, 田島裕之, 小簗剛, LSPR と結合した有機薄膜WGMWGM 共振器からの自然放射増幅光の観測, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会 2024 年 3 月.
- V-6 戸川恭輔, 三ヶ尻智紀, 田島裕之, 田中義人, 小金澤智之, 仲谷友孝, 一重項分裂材料から成るWGM微小共振器, 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会 2023 年 9 月.
- V-7 三ヶ尻智紀, 田島裕之, 小簗剛, 局在型表面プラズモンと結合した有機薄膜WGM共振器の発光特性, 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会 2023 年 9 月.
- V-8 戸川恭輔, 三ヶ尻智紀, 田島裕之, 小簗剛, 一重項分裂材料1,3-Diphenylisobenzofuran を利用した WGM 共振器: 結晶構造と ASE 閾値の関係, 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会 2023 年 9 月.
- V-9 三ヶ尻智紀, 田島裕之, 小簗剛, 有機薄膜WGM共振器と LSPR の結合に適した金属ナノ構造の調査, レーザー学会第 579 回研究会有機コヒーレントフォトンクス 2023 年 9 月.
- V-10 高石みなみ, 亀田章弘, 田島裕之, 小簗剛, WGM を利用した発光・励起子・プラズモンの結合とその発光増幅への応用, レーザー学会第 579 回研究会有機コヒーレントフォトンクス 2023 年 9 月.
- V-11 戸川恭輔, 三ヶ尻智紀, 田島裕之, 小簗剛, 一重項分裂材料の結晶構造が利得媒質の ASE 閾値に与える影響, レーザー学会第 579 回研究会有機コヒーレントフォトンクス 2023 年 9 月.
- V-9 Minami Takaishi, Takeshi Komino*, Akihiro Kameda, Kyosuke Togawa, Tokuji Yokomatsu, Kazusuke Maenaka, Hiroyuki Tajima: Suppression of the plasmon-quenching effect on light amplification in 20- μ m-diameter plasmonic whispering gallery mode resonators fabricated from bowl-shaped organic/metal thin films, *Physical Chemistry Chemical Physics* 26(14), 10796-10803 (2024).
- V-10 Tomoki Mikajiri, Takeshi Komino*, Jun-ichi Yamada, Hiroyuki Tajima: Device parameter to evaluate exciton energy transfer in organic whispering-gallery-mode microresonators and its dependence on the amplified spontaneous emission threshold, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 26(3), 2277-2283 (2024).
- V-11 Kyosuke Togawa, Takeshi Komino*, Tomoki Mikajiri, Jun-ichi Yamada, Hiroyuki Tajima:

Dependence of Amplified Spontaneous Emission Threshold on Atmosphere in Whispering Gallery Mode Resonators Including 1,3-Diphenylisobenzofuran as a Singlet Fission Material, Chemistry Letters, 52(4), 280-283 (2023).

物質科学専攻

博士前期課程

戸川 恭輔 : 「一重項分裂材料から成る光 WGM 共振器の光学特性」

三ヶ尻 智紀 : 「有機薄膜 WGM 共振器におけるデバイス化に向けたモード制御技術に関する研究」

竹川 詩菜 : 「シリコン酸化膜のアルカリ金属ドーブ: メモリスタとしての可能性」

科学研究費補助金等

1. 文部科学省科学研究費補助金 (令和3年度~令和5年度) 基盤研究 (C) 課題番号: 21K05009
研究課題 蓄積電荷測定法の開発と不完全電荷注入現象の解明
研究代表者 田島裕之
2. 文部科学省科学研究費補助金 (令和4~令和6年度) 基盤研究 (C) 課題番号: 22K04189
研究課題 シナプス素子に特化したシリコンナノ粒子膜の作製とニューラルネットワークへの応用
研究代表者 佐藤井一
3. 公益財団法人カシオ科学振興財団研究助成 (令和4年度~令和5年度)
研究課題 伝搬型表面プラズモンを励起子と結合して発光として系外に取り出す技術の開発
研究代表者 小簗 剛
4. 文部科学省科学研究費補助金 (令和5~令和7年度) 基盤研究 (C) 課題番号: 23K04881
研究課題 長距離伝搬表面プラズモンの WGM 共振器を利用した有機薄膜の発光増強とその波長制御
研究代表者 小簗 剛
5. 公益財団法人 コニカミノルタ科学技術振興財団 コニカミノルタ画像科学奨励賞 (令和5年度)
研究課題 励起子と長距離伝搬表面プラズモンを結合するナノスケールのマイクロ共振器の開発
研究代表者 小簗 剛
6. 公益財団法人 双葉電子記念財団 自然科学研究助成 (令和5年度)
研究課題 金属薄膜の電子密度変化による誘電関数の変調を利用した光物性制御
研究代表者 小簗 剛
7. 長距離伝搬表面プラズモンを用いた新規な光物性制御: 金属薄膜における電子密度が誘電関数に与える影響の顕在化 (令和5年度)
研究課題 公益財団法人 池谷科学技術振興財団 単年度研究助成
研究代表者 小簗 剛

8. 一重項分裂効率の向上を指向した非晶質/結晶ヘテロ界面の局所構造制御 (令和5年度)
研究課題 公益財団法人 加藤科学振興会 研究助成金
研究代表者 小簗 剛