

電子やイオン等の能動的制御と反応
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

杉本 泰

神戸大学 大学院工学研究科
助教

Mie 共鳴による磁場増強を利用した光化学反応プラットフォームの構築

§ 1. 研究成果の概要

本研究課題では、スピン禁制遷移(S-T 遷移)を光により直接励起する技術を開発することで、従来の物質の光励起の制約から脱却した新たな光化学反応ルートを提案する。

今年度は、2つのプラットフォームを用いて、原理検証を含む下記の研究を実施した。

(1) 高屈折誘電体ナノ粒子プラットフォーム:今年度はスピン禁制遷移を実現するためのカギとなる“磁気双極子遷移”を大幅に増強できる技術を開発した。昨年度開発したシリコンナノ粒子について、磁気双極子発光体としてユーロピウムイオンを表面に付加する技術を開発した。顕微分光法により作製した粒子の発光スペクトルを測定し、磁気双極子発光が電気双極子発光に対して1桁以上増強することを実証した。また、Mie 散乱特性の評価と理論計算により発光増強がナノアンテナの磁気四重極子共鳴との結合によるものであることを示した。今後、本技術は光の磁場成分を活用した光化学反応経路の開拓につながると期待される。

(2)基板型反応プラットフォーム:固体基板上に形成したシリコンナノディスクアレイにおいて、ディスク径と高さを制御することによって、顕著な磁場増強効果を有するトロイダル共鳴を見出した。共鳴波長を酸素分子の励起波長にチューニングして、磁場増強効果による一重項酸素生成について検討し、励起効率の向上を実現した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Hiroshi Sugimoto*, Takuma Okazaki, and Minoru Fujii, "Mie Resonator Color Inks of Monodispersed and Perfectly Spherical Crystalline Silicon Nanoparticles", *Advanced Optical Materials*, Vol. 8, Issue 12 pp. 2000033 (2020)
- 2) Tatsuki Hinamoto, Shinnosuke Hotta, Hiroshi Sugimoto, and Minoru Fujii, "Colloidal Solutions of Silicon Nanospheres toward All-Dielectric Optical Metafluids", *Nano Letters*, Vol. 20, Issue 10, pp.7737-7743 (2020)
- 3) Hiroaki Hasebe, Hiroshi Sugimoto*, Tatsuki Hinamoto, Minoru Fujii, "Coupled Toroidal Dipole Modes in Silicon Nanodisk Metasurface: Polarization Independent Narrow Band Absorption and Directional Emission", *Advanced Optical Materials*, Vol. 20, Issue 22 pp.2001148 (2020).