

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	田中嘉人
研究機関名	東京大学
所属部署名	生産技術研究所
役職名	助教
研究課題名	ナノ構造が拓くマクロな物体の光マニピュレーション
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

創発研究の目的は、①ナノ構造の光制御によって発現する新奇な光圧・光トルクを開拓し、②従来にない全く新しい光マニピュレーションを創出することである。①と②それぞれを追求しつつ相互に関連されながら進めることで、ナノ構造光圧科学という独自の研究分野を形成する。今年度は、②マクロな物体の光マニピュレーションに向けた取り組みとして、円板の位置・姿勢を光圧・光トルクによりパッシブ制御するナノ構造アクチュエータを設計し、そのダイナミクスをシミュレーション解析するアルゴリズムを開発した。これまでは金属ナノ構造を対象に光制御を研究してきたが、光熱効果に伴う応用可能性の制約があるため、誘電体である Si ナノ構造の光圧アクチュエータを設計した。特筆すべきポイントとして、設計した Si ナノ構造は、位置を制御する光圧だけでなく、当初期待しなかった傾きを制御する光トルクも同時に発生することを理論的に見出した。さらに、このナノ構造を作製した円板（直径 $50\mu\text{m}$ 、厚み $2.5\mu\text{m}$ 、重力 125pN ）に 4W のレーザービームを照射した際の並進と回転の 2 次元ダイナミクスを、ルンゲクッタ法を用いて数値解析し、円板の位置と姿勢を制御しながら、重力に打ち勝って円板を加速できることを明らかにした。また①については、金属ナノ構造で生じる二次の非線形分極を入射光の 2 倍の周波数である局在プラズモンモードに結合させるという独自のアプローチによって、ナノ構造からの第二高調波（SHG）の制御を行なった。対称性の高い十字ナノ構造を対象に 2 次非線形分極が結合するプラズモンモードを多重極解析し、入射光に対して励起が禁制なダークモードに選択的に結合することを見出した。これにより、単一のナノ構造からラジアル偏光 SHG を発生できることを理論的実験的に明らかにした。本成果は、光科学の一流雑誌である ACS Photonics に掲載された。