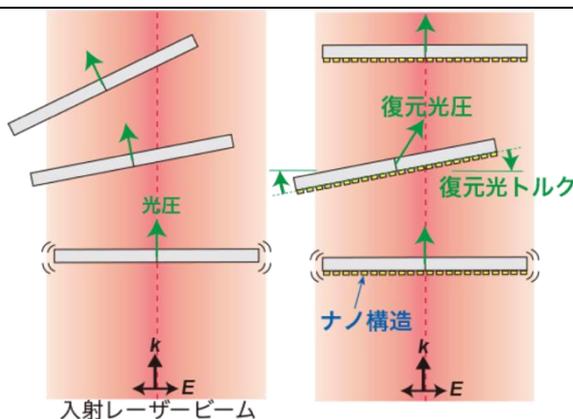


2023 年度
 創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	田中嘉人
研究機関名	北海道大学
所属部署名	電子科学研究所
役職名	教授
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	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

今年度のメインとなる成果の一つは、マクロな物体の光マニピュレーションに向けて、右図で示すような円板の位置や姿勢をパッシブに復元する光圧・光トルクを生み出すナノ構造及びその光学特性を明らかにしたことである。直径 153 nm と 179 nm で高さ 595 nm の Si ナノピラーペアを、照射光波長よりも小さい 680nm の間隔で周期的に配列した構造に光を照射すると、光の回折とナノピラー道波路による位相変調によって、ナノ構造に斜め入射した光が「く」の字型に曲がる負の屈折現象が生



じることを偶然発見した。この構造を中心対称に円板上に分布し、直線偏光した 4W のガウスビームの照射よりナノ構造に働く光圧・光トルクを計算したところ、変位 (x, y) を復元する光圧 F_x, F_y および傾き (θ, ϕ) を復元する光トルクを生み出せることを見出した。また実際、こうした光圧・光トルクが働く円板の並進と回転の 3 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、円板の位置と姿勢がレーザービームの中心でパッシブに制御されることを明らかにした。

もう一つのメイン成果として、本プロジェクトで扱う異方性が高く複雑なナノ構造に働く光圧光トルクは既存の方法で計測評価するのは困難であるため、右図で示すようにナノ構造を中心に配置したマイクロプラットフォーム (MPF) を用いたナノ光圧計測法を提案・開発してきた。MPF アームに埋め込んだ 4 つのナノ粒子の輝点の 3 次元的位置情報から MPF の 3 次元的位置と姿勢を測定し、その位置揺らぎと姿勢揺らぎより、xyz 方向の並進と xyz 軸周りの回転に対する捕捉ポテンシャルを求めた。これより得られたバネ定数とノイズ解析から力検出感度を見積もったところ、常温常圧環境で世界最高クラスの 1.5fN (光圧) と 2.0pNm (光トルク) であった。

