

2016年度 中央大学共同研究費 ー研究報告書ー

研究代表者	所属機関	理工学部		2016年度助成額
	氏名	東條 賢		3,970 (千円)
	NAME	Satoshi Tojo		
研究 課題名	和 文	ナノフォトニクスによりデザインされた非線形光学デバイ スの創製	研究 期間	2015年度 ～2016年度
	英 文	Novel invention of nonlinear optical devices designed by nanophotonics		

1. 研究組織

	研究代表者及び研究分担者		役割分担	備考
	氏名	所属機関/部局/職		
1	東條 賢	中央大学・理工学部物理学科・准教授	研究統括およびレーザー冷却 によるナノフォトニクス実験研究	研究代表者
2	庄司 一郎	中央大学・理工学部電気電子情報通信 工学科・教授	非線形光学研究およびナノ フォトニクスとの連携	研究分担者
3	柴田 康介	中央大学・理工学部物理学科・助教	ナノフォトニクス研究および非線 形光学研究との連携	研究分担者
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
合計		3 名		

## 2. 2016年度の研究活動報告

(和文)

初年度で進めてきた、ナノフォトニクス研究では、実験および理論計算の相補的関係を、また本プロジェクトの進めるナノフォトニクス-非線形光学の融合では特にグループ間の密な連携が必要不可欠であり、2年目となる本年度では実りある共同研究を目標に相互連携および発展を行ってきた。東條・柴田の関わる実験的プロジェクトでは、レーザー冷却原子の高精度操作手法の開発が必要であり、高真空槽内での原子の操作の安定化とともに表面原子からの発光観測機構の開発を行った。特に光学禁制遷移と呼ばれる通常の装置ではほとんど反応しない発光過程について、ガラス表面およびナノ構造を有する表面におけるナノフォトニクス現象を誘起して発光を促進させ観測する実験装置開発を遂行し、研究成果をポーランドで行われた分光国際会議にて招待講演にて発表し大きな手ごたえを得た。同時に本研究成果については論文をすでに投稿し現在査読中である。また、前述のナノ空間における光学禁制遷移の増強効果について所有の計算機を整備して数値計算を行い、1万倍以上の増強効果を得ることを予測し学術論文誌にて発表を行った。

非線形光学研究では、前年度から引き続き紫外光発生用新規波長変換材料である  $\text{LaBGeO}_5$  (LBGO) および常温接合を用いた  $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$  (BBO) 結晶プレートの非線形光学定数精密測定を行った。庄司が確立した高精度測定・解析手法を駆使し、本研究費で購入した Q スイッチパルスレーザーを用いて非線形光学定数の測定を行った。さらに、本年度では、東條-柴田の行っている気体原子の空間保持用レーザーとして、新規光源を導入し庄司-東條-柴田の連携によって 1064 nm の 3 W 以上の高強度レーザーを開発した。空間モードのフィルタリング等の改良を施し、真空槽内において 100  $\mu\text{K}$  (絶対零度から 1 万分の 1 度だけ高い温度) 以下の原子集団の捕獲に成功した。今後は、さらに空間パターンの調整および強度安定化を施してトラップの長期安定化を目指す。

研究体制としては、分光計測のために異なる波長のレーザー装置開発が必要であり、非線形光学によるデバイス開発が必須である。数値計算によって明らかになったナノ空間の増強効果検証実験のために光学禁制遷移用 516 nm レーザー光源の開発を引き続き行っている。数値計算および実験結果を基にデザインされた新規光学デバイスの開発の基盤がようやく整い、本研究プロジェクト終了後も引き続き東條-庄司間で連携して共同研究をすすめる。また同時に学外へ転任した柴田とも連携を取り相補的な共同研究体制の発展および新デバイス創製を目指す。

(英文)

We investigated mutual interaction phenomena among atoms, optical near fields, and non-linear photonics. We revised and developed new experimental apparatus for measurement in near-field in the vicinity of the nano-structured surfaces with ultra-cold atoms less than 100 micro kelvin. We succeeded in the realization of measurement for cold atoms near the glass surface using hand-made microscopic instrument. We also calculated several orders enhancement of absorption efficient for optically forbidden transition near nano-edged surfaces, and reported it in the journal article. For nonlinear optics, we measured the nonlinear-optical coefficients of several optical devices. And we developed new laser trap systems with strong relationship in this project teams. We implemented the relationships and researches for realization of novel optical devices.

### 3. おもな発表論文等（予定を含む）

【学術論文】（著者名、論文題目、誌名、査読の有無、巻号、頁、発行年月）
[1] <u>Kosuke Shibata</u> , <u>Satoshi Tojo</u> , and Daniel Bloch, "Excitation enhancement in electric multipole transitions near a nanoedge", <i>Optics Express</i> 25 巻 8 号, 9476~9489 ページ, 2017 年 4 月（掲載決定は 2017 年 3 月）. 査読あり.
[2] Terumitsu Kubota, Hiroki Atarashi, and <u>Ichiro Shoji</u> , "Fabrication of quasi-phase-matching stacks of GaAs plates using a new technique: room-temperature bonding," <i>Optical Materials Express</i> 7 巻 3 号, 932~938 ページ, 2017 年 3 月. 査読有り.
[3] Shota Nakano, Kazuki Akiyama, and <u>Ichiro Shoji</u> , "Accurate measurement of electro-optic coefficients of undoped and MgO-doped stoichiometric LiNbO <sub>3</sub> ," <i>Optical Materials Express</i> 7 巻 3 号, 939~944 ページ, 2017 年 3 月. 査読有り.
【学会発表】（発表者名、発表題目、学会名、開催地、開催年月）
[1] <u>Satoshi Tojo</u> , "Laser spectroscopy of gaseous atoms in local field using optical forbidden transitions", 23rd International Conference on Spectral Line Shapes (ICSLS 23) (トルン, ポーランド), 2016 年 6 月. 招待講演.
[2] <u>柴田康介</u> , 米川翔太, <u>東條 賢</u> , "Rb 原子の光モラセスから光トラップへの高効率ローディング", 第 72 回日本物理学会年次大会, 大阪大学 (石橋, 大阪), 2017 年 3 月.
[3] <u>Ichiro Shoji</u> , "Fabrication of Composite Lasers by Use of the Room-Temperature Bonding Technique," Laser Ceramics Symposium (LCS) 2016, (サンールイ, フランス), 2016 年 11 月. 招待講演.
【図 書】（著者名、出版社名、書名、刊行年）
【その他】（知的財産権、ニュースリリース等）
[1] <u>庄司一郎</u> , "常温接合を用いたデバイスの製造方法及びデバイス," 特願 2016-251625.