

2015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	2015年度助成額
	氏名	東條 賢	6,030 (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 英文 Novel invention of nonlinear optical devices designed by nanophotonics	研究 期間	2015年度 ～2016年度

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. 2015年度の研究活動報告

(和文)

ナノフォトニクス研究ではその複雑さから、実験と数値解析の両面から相補的なアプローチが重要である。東條・柴田は操作性のよい原子分子気体を用いて実験と理論の両面から連携して装置立上げに従事した。レーザー冷却装置においては、自動ステージを駆使した高真空槽内の原子集団を空間操作し、ガラス表面から数 μm 程度の領域に閉じ込めることに成功した。閉じ込め後に開放し打ち上がる原子に注目することで、より表面付近の近接場領域での測定が可能であることも実験と数値計算の両面で確認した。なお空間操作に用いるレーザー光源の安定化、検出装置や観測システムの自作および改良を行い、安定的に再現性のある実験装置を用意することができた。本研究費で購入した超高真空用自動ステージについては、真空槽内での実験を前にまず大気圧下にて駆動部にサンプルを配置する分光測定システムを立ち上げた。大気圧下において酸素分子のナノフォトニクス分光研究では、ナノフォトニクス領域における光磁場応答を利用した表面の精密加工に従事し、光磁場による分子の遷移強度の増強効果について数値シミュレーションを行った。成果の一部について、学外研究者と連携して論文発表を行った。

非線形光学研究としては、紫外光発生用新規波長変換材料として最近注目されている、 LaBGeO_5 (LBGO)の非線形光学定数精密測定を行った。本研究費で購入したQスイッチパルスレーザーを光源として用い、庄司が確立した高精度測定・解析手法を駆使して非線形光学定数を決定した。その結果、真の値は過去の報告値にくらべ3倍程度大きいことが明らかになった。さらに、常温接合を用いた $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ (BBO)結晶プレートの貼り合わせによる、紫外波長変換デバイスの高効率化に関する研究も行った。各プレートの厚さを従来の1 mmから0.4 mmにすることにより、1.5倍の変換効率向上を目指した。その結果、発生した紫外光のビーム品質は改善されたものの、プレートを薄く研磨した際に面方位にずれが生じたために効率が低下した。今後は研磨プロセスの改良を行って目標の変換効率を達成するとともに、デバイスの長尺化によりさらなる高効率化を図る。

ナノフォトニクスと非線形光学研究の連携では、ナノフォトニクスで明らかにした光磁場利用の有用性について共同研究者間で議論し次年度へ向けての礎を築いた。ナノフォトニクスデザインにより、非線形光学研究の新規波長変換材料開発へ向けて定期的に議論と連携を進め、研究促進と相補的なシナジー効果を狙う。

(英文)

We studied interaction phenomena between gaseous atoms and optical near fields using both experimental and theoretical approaches. We set up and developed new two experimental apparatus for measurement in nanophotonics using precisely controlled laser-cooled atoms in spatial and momentum regions and using atmospheric measurement of molecular oxygen in magnetic interaction. In the oxygen research, we found optically magnetic phenomena in precise etching on dielectric materials in nanophotonics. For nonlinear optics, we measured the nonlinear-optical coefficients of LaBGeO_5 (LBGO), which is an attractive ultraviolet generating frequency-conversion material. The values are found to be about three-time larger than previously reported ones. We implemented synergic strengthening between nanophotonics and nonlinear optics researches.

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] T. Yatsui, T. Tsuboi, M. Yamaguchi, K. Nobusada, <u>S. Tojo</u> , F. Stehlin, O. Soppera, D. Bloch, “Optically controlled magnetic-field etching on the nano-scale”, Light: Science & Applications 5 巻 3 号, ページ番号 e16054, 2016 年 3 月.
[2] <u>Ichiro Shoji</u> , Yohei Okuyama, Hiromasa Ichikawa, Yoshimi Ariga, Tomomi Onda, “Laser Characteristics of Nd:YAG/diamond and Nd:YVO4/diamond Composite Devices Fabricated with the Room-temperature-bonding Technique”, Technical Digest of Advanced Solid-State Lasers, ATh2A-14, 2015 年 10 月.
【学会発表】（発表者名、発表題目、学会名、開催地、開催年月）
[1] 東條賢, 柴田康介, Daniel Bloch, 「微小空間における電気多重極子遷移の励起効率増大」, (プラズマ科学における分光計測の高度化と原子分子過程研究の新展開), 岐阜, 2016 年 1 月
[2] Yohei Okuyama, Taiki Yamauchi, Tomomi Onda, <u>Ichiro Shoji</u> , “Characteristics of a Nd:YAG/diamond Composite Laser Fabricated with the Room-Temperature Bonding”, CLEO/Europe 2015, ミュンヘン, 2015 年 6 月
[3] <u>Satoshi Tojo</u> , <u>Kosuke Shibata</u> , Daniel Bloch, “Angle-dependent enhanced excitation of atomic multipole transitions near nanostructure”, APNFO10, 函館, 2015 年 7 月
【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）