

## 中央大学特定課題研究費 ー 研究報告書 ー

所属	理工学部物理	身分	教授
氏名	東條 賢		
NAME	Satoshi Tojo		

中央大学特定課題研究費による研究期間終了に伴い、中央大学学内研究費助成規程第15条に基づき、下記の通りご報告致します。

## 1. 研究課題

(和文) 冷却原子顕微鏡を用いた離散的な時間結晶の研究

(英文) Research on Discrete Time-Crystals by Ultracold Gas Microscope

## 2. 研究期間

2023年度 ~ 2024年度

## 3. 研究の概要 (背景・目的・研究計画・内容および成果 和文 600字程度、英文 50word程度)

(和文) 従来の空間周期的構造を持つ結晶の研究は物質を構成する基本原理として科学技術の発展に貢献してきた。時間周期的な構造を持つとされる時間結晶は、空間だけでなく時間・時空間を介する新たな結晶の概念として幅広い可能性を秘めており、本研究では操作性の高い冷却原子ボーズアインシュタイン凝縮体を用いた高解像度測定法である冷却原子顕微鏡を利用して時間結晶の生成を目的とした。実験によって、光ピンセット技術を用いてレーザー冷却原子をガラス表面近傍に移送して凝縮体を生成する。単一波動関数を持つ凝縮体は微小な変化を空間周期構造や量子渦生成など特徴的な描像を可視化できるため、顕微観測系を利用した観測を目指した。本研究では、これまで実現されていない、ガラス表面近傍の領域で全光学的な手法によるボーズアインシュタイン凝縮体の生成に成功した。新たに導入した垂直交差型光ピンセットによるレーザー冷却原子の高効率輸送や、ガラス表面近傍での蒸発冷却による極低温化と位相空間密度の向上を最適化することにより、温度 100 nK および位相空間密度 3 を超える凝縮体生成を実現した。また、光ピンセットを周期的に駆動しガラス表面と周期的に相互作用させて凝縮体の時間周期的構造変化を観測し、離散的な時間結晶の振る舞いを示唆する結果を得た。

(英文)

We have researched on discrete time-crystals by gaseous Bose-Einstein condensate (BEC) in the vicinity of a glass surface via ultracold gas microscopic techniques. By using a vertically crossed optical dipole trap, we have succeeded in all-optical formation of rubidium BEC near the glass surface, and observed time-periodic phenomena of the BEC in oscillation. The characteristic behavior may indicate an effect by the discrete time-crystals.