

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	石田 明
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院理学系研究科
役職名	助教
研究課題名	反物質量子凝縮体によるガンマ線レーザーの実現
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

本研究の目標は、電子とその反粒子である陽電子の束縛状態にある反物質系であるポジトロニウム (Ps) によるボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) を実現し、さらに Ps-BEC を光源としたガンマ線レーザーに応用することである。ステージ 1 においては、Ps-BEC を実現すべく、(1) Ps を生成・濃縮・冷却するナノ反応器、(2) Ps 冷却用レーザー、(3) 高密度陽電子ビーム制御システム、の三つの必須要素技術を開発している。2022 年度の開発進展状況を以下に整理する。(1) ナノ反応器：酸化ケイ素 (シリカ) がナノ反応器組成の有力候補である。そこで、①シリカエアロゲル、②ナノプロセッシング、③規則配列シリカナノ粒子、の 3 手法により試作したナノ反応器について、高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所 (IMSS) 低速陽電子実験施設 (SPF) においてポジトロニウム飛行時間測定 (Ps-TOF) による性能評価を進めた。室温での性能評価が進展したため、2023 年度に冷凍機で冷却した試料による測定をすべく、準備を進めた。(2) Ps 冷却用レーザー：KEK-IMSS-SPF にてプロトタイプレーザーを用いた Ps レーザー冷却の原理実証実験に挑戦した。データ解析においては、2022 年度より本事業で特任研究員 1 名を新たに雇用し、機械学習を用いたガンマ線検出器信号の解析手法開発に取り組んでいる。2022 年度までに、機械学習ベースの信号解析手法により従来法に比べパルス識別能力を向上させられることを示唆する暫定結果を得た。(3) 陽電子ビーム制御システム：高密度陽電子ビームを Ps 生成材に入射した際に起こりうる反応について調査するため、2021 年度に引き続きシミュレーションベースの研究を進めた。