

2021 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	2021 年 4 月 1 日～2022 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。本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)エアロゲルがナノ反応器の有力候補である。しかし、シリカエアロゲル中でレーザー冷却のためPsを2P状態に遷移させると瞬時に消滅する現象があり、Psレーザー冷却を困難にしている。シリカエアロゲルを冷却することによりこの現象を抑制できる可能性があり、Ps消滅率測定のための冷却装置を製作し、実証試験の準備を完了した。同時にシリカエアロゲル以外のナノ反応器基材の研究も進めており、候補材料のPs飛行時間(TOF)測定によりPs生成を確認した。(2) Ps冷却用レーザー：KEK低速陽電子実験施設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。冷却用レーザーを照射したところ、想定外のPs遷移率上昇が見られたため、原因究明を行い、冷却用レーザー照射により真空容器内に設置した光学ミラーが帯電し、Ps遷移率測定に影響していることが判明した。光学ミラー近傍に電場を形成することにより帯電によるバイアスを排除し、正確なPs遷移率計測のための測定系を再構築し、2022年度にPsレーザー冷却原理実証実験に再挑戦するための準備を完了した。(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、シミュレーションベースの研究を進めた。