

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

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	2024 年 4 月 1 日～2025 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。2023年度までにPsのレーザー冷却成功を含むフェーズ1を完了し、2024年度に当該成果のNature誌掲載、プレスリリースや主要メディア報道を経てPhysics World誌のTop 10 Breakthroughs of the Year in physics for 2024に選ばれた。2024年度以降のフェーズ2では、Ps-BECの早期実現を目指し、(1)超高密度陽電子ビーム生成技術、(2)高効率Ps生成・冷却ナノ材料開発、の2つの要素技術開発を推進する。以下、2024年度の開発進展状況を整理する。(1)超高密度陽電子ビーム生成技術：輝度増強システムについて、フェーズ1のプロトタイプ測定から輸送損失要因を解析し、輸送効率向上策を検討した。(2)高効率Ps生成・冷却ナノ材料開発：二酸化ケイ素(シリカ)エアロゲルのナノ細孔中におけるPsレーザー冷却の阻害現象を解明するため、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)の共同利用ビームラインで実験を実施した。冷凍機で試料ホルダーを8Kまで冷却したシリカエアロゲルナノ細孔内で励起状態Psの消滅率の運動エネルギー依存性測定に成功し、励起状態Psと物質間の相互作用解明につながる重要な知見を蓄積した。併せて、低Ps生成エネルギーかつ高熱化効率材料をPs飛行時間測定(Ps-TOF)法によって探索するとともに、探索の高スループット化を進めるための装置改良設計に着手した。