

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出
2019年度採択研究者

2021年度 年次報告書

赤松 大輔

横浜国立大学 大学院工学研究院
准教授

極低温原子・微小球ハイブリッドシステムで探る散乱の物理

§ 1. 研究成果の概要

本年度は、2021年1月1日に異動した横浜国立大学で新たにナノ粒子トラップシステム、及びレーザー冷却システムに関する実験室を立ち上げる事を目標に研究を行った。ただ同じ実験系を再構築するのではなく、不完全であった部分を改善することを意識した。立ち上げに際し、産総研から移動できなかった真空ポンプ、波長計など的高額機器はスタートアップの追加予算で購入する事が出来、スムーズに研究を立ち上げる事が出来た。

産総研から移管ができたナノ粒子チャンバー・光トラップ用レーザー等を、新たに購入した光学除振台の上に設置しナノ粒子光トラップに成功した。改善点として、デジタルロックインアンプ HF2LI とデータ取り込み用プログラムを統一し、ナノ粒子の重心温度をリアルタイムに表示できるようにした。これにより、ナノ粒子の重心温度に対する各種パラメータの依存性が簡単に分かるようになり、その最適化が容易に行えるようになった。

また、セシウム原子ガスレーザー冷却用レーザーを再構築した。具体的にはセシウム原子ガスの飽和吸収分光を行い、周波数の安定化を行った。さらにリポンプ用レーザーの準備もした。産総研から移管した真空装置の組み立ても行った。真空度は、レーザー冷却を行うのに十分な 10^{-7} Pa 台に到達することができた。

今年度後半では、ナノ粒子のトラップロスの原因がその帯電によるのではないかと考え、ナノ粒子の電荷計測、及び中性化に関する研究を行った。電荷計測においては、電荷素量単位でナノ粒子の電荷を計測することに成功した。さらに、コロナ放電によるプラズマを利用することでナノ粒子の電荷を自由に制御する事にも成功した。さらに、帯電したナノ粒子に電場を適当な電場を印可することでナノ粒子の重心運動の冷却にも成功した。

また、本研究の基礎となる「ナノ粒子による中性原子の量子散乱」に関する論文をまとめ、Phys. Rev. Research から出版された¹⁾。

【代表的な原著論文情報】

- 1) T. Yamaguchi , D. Akamatsu, and R. Kanamoto, “ Low-energy scattering of ultracold atoms by a dielectric nanosphere”, Phys. Rev. Research, vol. 3, 043214 (2021).