

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

長田 有登

東京大学 大学院総合文化研究科
助教

原子イオン集積量子光回路による究極の量子技術基盤の創出

§ 1. 研究成果の概要

本年度は、第二年次後半に開始したレーザーアブレーションによる熱的擾乱の少ないストロンチウム原子の生成の研究成果を用い、発生したストロンチウム原子の光イオン化と基板電極による原子イオンの捕獲を目指し実験を行った。

レーザーアブレーションは波長 1064nm のナノ秒パルスレーザーを金属ストロンチウム、チタン酸ストロンチウム、酸化ストロンチウムといった物質に照射することで行うが、それぞれの物質に応じてイオンの捕獲に関する振る舞い、具体的には捕獲のために必要となる時間やレーザー強度などが異なることが予想される。実際にレーザーアブレーションにより発生したストロンチウム原子を光イオン化し表面電極直上においてストロンチウムイオンを捕獲することに成功した。照射パルスエネルギーを変化させて単一パルス当たり捕獲ポテンシャルに導入されるイオンの数分布を調査したところ、パルスエネルギー114 μJ においては平均イオン数 3 程度のポアソン分布になることが確かめられた。一方、パルスエネルギーが 80 μJ のときにはポアソン分布とはかけ離れた数分布になり、実に単一イオンのみを捕獲できる確率が 82%となった。これは決定論的単一イオン捕獲の実験におけるそれまでの最高記録であった 40%をはるかに凌駕するものであり、国際学術誌に掲載された¹⁾。

さらに、半導体ミラーの表面電極トラップ上への集積に向けた微細加工プロセス開発を進めた。具体的には、現在まで用いていた膜厚 3 μm 程度での利用を想定されているフォトレジストでは最終的に犠牲層除去による転写プリント可能な構造の作製に問題があることが判明したため、より膜厚の大きな、30 μm 程度まで保証されたフォトレジストを利用したプロセスに転換し、再開発を進めている。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Deterministic loading of a single strontium ion into a surface electrode trap using pulsed laser ablation,” *Journal of Physics Communications* 6, 015007 (2022).