

中島 秀太

京都大学白眉センター
特定准教授

冷却原子系を用いた量子時空ダイナミクスシミュレータ

§ 1. 研究成果の概要

本研究課題は、高度に制御可能な光格子中の冷却原子系を構築し、運動の自由度・相互作用を併せ持つこの系に対して量子非平衡ダイナミクスを研究、特にブラックホールの量子カオス性の指標として近年注目されている「非時間順序相関関数」を測定することを目指している。

2019 年度は、前年度に引き続き冷却 Li 原子の実験系構築を進めた。具体的には主に、①2 次元磁気光学トラップの実現、②光格子構築の舞台となるガラスセルの取り付け・ベーキング、③実験制御システムの構築、④EMCCD カメラの選定・購入、⑤光格子用レーザーの選定・購入を行なった。①については、リポンプ用レーザーのビートロックシステム構築後、先行研究を元に永久磁石を用いたタイプの 2 次元磁気光学トラップ系を構築し、レーザー冷却された Li 原子集団からの蛍光を観測した。②については、超高真空対応の合成石英ガラスセルの取り付け・ベーキング後の真空度が、真空計の表示で 1.2×10^{-11} Torr 程度まで下がることが確認でき、冷却原子系の実験を行なうのに十分な超高真空環境が完成した。③については、日本 NI 社の DAQ システムを元に最小時間分解能 1.5 マイクロ秒のアナログ・デジタル出力制御系を構築した。④については、将来的な「非時間順序相関関数」の測定において、冷却原子系に対する局所的な操作が必要になる可能性が高くなったため、その使用に耐えうる性能のものを選定した。⑤については、特に強度ノイズ (RIN) について情報収集を重ね機種を選定した。

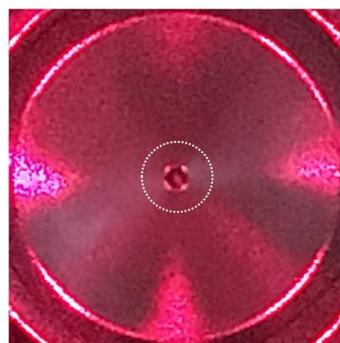


図 1: ${}^6\text{Li}$ 原子の 2 次元磁気光学トラップ。Li 原子はレーザー冷却および捕捉され、冷却 Li 原子集団からの蛍光が観測される (写真中央の赤い輝点が冷却 Li 原子集団からの蛍光)。