

単一発光体を用いた連続適応量子状態推定の実現

京大院工¹, シドニー工科大², 阪大院理³

○井上 真奈人¹, 野原 紗季¹, 嶋崎 幸之介¹, 高島 秀聡¹, 岡本 亮¹,

Toan Trong Tran², Igor Aharonovich², 藤原 彰夫³, 竹内 繁樹¹

Kyoto Univ.¹, Tech. Sydney Univ.², Osaka Univ.³

°Manato Inoue¹, Saki Nohara¹, Konosuke Shimazaki¹, Hideaki Takashima¹, Ryo Okamoto¹,

Toan Trong Tran², Igor Aharonovich², Akio Fujiwara³, Shigeki Takeuchi¹

E-mail: takeuchi@kuee.kyoto-u.ac.jp

量子の本質的な確率性から、量子系の測定では多数回の測定結果に基づく統計的推定が必要になる。しかし、最も精度のよい測定は未知の測定対象そのものに依存する。このような問題に対し、毎回の測定毎に測定方法を最適化させる適応量子状態推定[1]が提唱され、その最適性が数学的に示された[2]。我々は光子の直線偏光[3]や 1qubit の偏光状態[4]に対してこれを実験的に実証し、さらに最近、時間的に変化する量子状態に拡張した連続適応量子状態推定[5]を提案しその実証を行った。これらの研究では、光源に微弱なレーザー光などが用いられてきたが、適応的な推定手法を単一発光体から放出された光子の偏光状態へ応用できれば、双極子の向きの変化などを高い精度で推定できるようになる。今回、単一発光体である六方晶窒化ホウ素の単一欠陥に対して、適応量子状態推定、連続適応量子状態推定による偏光推定を実現したので報告する。

図 1 に用いた実験系を示す。共焦点系では、波長 532nm のレーザー光を対物レンズで集光し、サンプルを励起させ蛍光を発生させた。このとき、サンプルは動かさずに蛍光の偏光は時間的に一定となるようにした。適応量子状態推定測定系では、光子検出器 D0 か D1 のどちらで光子が検出されたかの検出結果に基づき、尤度関数を計算して最適な測定基底となるよう液晶リターダと 1/2 波長板を制御した。蛍光の偏光に対して適応量子状態推定を行った結果、推定値が事前に測定したストークスパラメータから算出された偏光角度と一致し、その分散がクラメルラオ限界に到達することを確認した。また、蛍光の偏光を波長板で回すことで疑似的にサンプルの回転運動を再現させた入力状態に対して連続適応量子状態推定を行った結果、その入力状態の変化に追従して推定値が変化し、その分散がクラメルラオ限界に到達したことを確認した。講演では、詳細について報告する予定である。

本研究の一部は、MEXT Q-LEAP(JPMXS0118067634), 科研費 (21H04444, 26220712), ならびに JST-CREST(JPMJCR1674) の支援を受けて行われた。

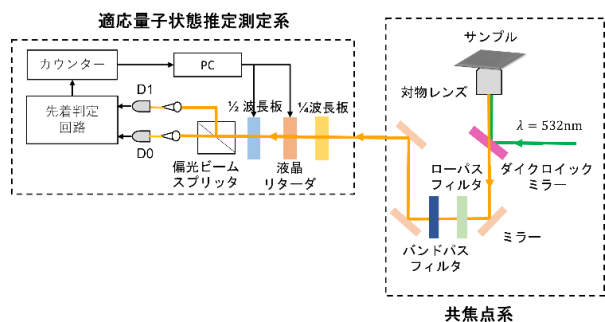


Fig.1 Experimental setup

[1] H. Nagaoka, Proc. Int. Symp. on Inform. Theory 198 (1998). [2] A. Fujiwara, J. Phys. A: Math. Gen. **39** 12489 (2006). [3] R. Okamoto, et al., Phys. Rev. Lett. **109** 130404 (2012). [4] R. Okamoto, et al., Phys. Rev. A **96** 022124 (2017). [5] S. Nohara, et al., Phys. Rev. A **102** 030401(R) (2020).