

ランダマイズドベンチマーキングを用いた ホロミック量子ゲートの忠実度測定

The fidelity measurement of holonomic quantum gates by randomized benchmarking

○松田一泰、長田昂大、田宮志郎、倉見谷航洋、関口雄平、*小坂英男 (横国大院工)

Kazuyasu Matsuda, Kodai Nagata, Shiro Tamiya, Kouyou Kuramitani, Yuhei Sekiguchi, *Hideo Kosaka
(Yokohama Natl. Univ.)

*E-mail: kosaka-hideo-yp@ynu.ac.jp

我々は量子中継器や量子コンピュータといった量子デバイスへの応用としてダイヤモンド中の窒素空孔(NV)中心に局在する電子や窒素(^{14}N)や、炭素同位体(^{13}C)を量子ビットとして用いる研究を行っている^[1,2]。これまでに、我々の研究の最大の特徴である電子および窒素核子におけるエネルギー縮退した論理量子ビットに対して、直交したワイヤーによってつくられる偏極マイクロ波によるユニバーサルなホロミック量子ゲート操作を実証してきた。また実験結果として、QPT (quantum process tomography) という測定手法においては単一量子ゲート操作の平均忠実度 94.5% を達成した^[3]。

しかしながら、QPT はゲート操作の前後における量子状態の準備とその測定の忠実度が実験結果に影響を及ぼしてしまい、ゲート操作自体の忠実度を正確に測定できないという問題を孕んでいる。このような量子状態の準備とその測定に起因する忠実度の劣化は SPAM(State Preparation And Measurement) エラーと呼ばれている。そこで近年の量子ゲート忠実度の測定にはこの SPAM エラーを排除できる randomized benchmarking^[4] (以下 RB) と呼ばれる手法が一般的になっている。

今回の我々の研究は、この RB の手法を我々が扱うホロミック量子ゲート操作に対して用いることでより正確なゲート操作の忠実度を測定し、さらにその向上を図ることを目標としている(図1)。

日頃からご議論、ご協力いただく水落憲和氏、松崎雄一郎氏、根本香絵氏、寺地徳之氏、加藤宙光氏、牧野俊晴氏、山崎聡氏に感謝します。本研究は科研費基盤研究(S)、新学術領域「ハイブリッド量子科学」、ポスト「京」萌芽的課題、光科学技術研究振興財団研究助成、科学技術振興機構(JST) 戦略的創造研究推進事業(CREST) JPMJCR1773 の支援を得た。

[1] Y. Sekiguchi *et al.*, *Nat. Commun.* **7**, 11668 (2016).

[2] Y. Sekiguchi *et al.*, *Nat. Photon.* **11**, 309-314 (2017).

[3] Nagata.K, Kuramitani.K, Sekiguchi.Y and Kosaka.H *Nat. Commun. in press* (2018).

[4] E.Knill *et al.*, *Phys.Rev.A*,**77**, 012307(2008).

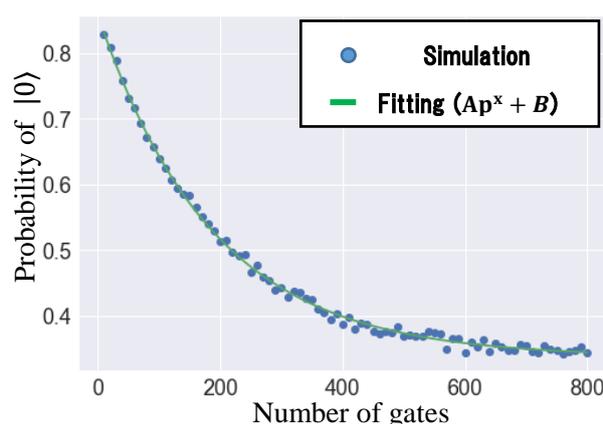


図1 ランダマイズドベンチマーキングのシミュレーション。X ゲートの忠実度 $F = \frac{1+p}{2} = 99.923\%$ 。X ゲートのラビ周波数は 16.67 MHz で、電子スピンと窒素核スピン、炭素核スピン間の相互作用はそれぞれ 2.168 MHz、0.2MHz で計算した。各点は 30 個のランダムなゲート列の結果の平均から求めた。