

# 固体スピンシステムの量子機械学習

横国大院工

中村孝秋, 倉見谷航洋, 佐藤恒司, 関口雄平, 小坂英男

Quantum machine learning of solid spin system

Yokohama National University

Takaaki Nakamura, Koyo Kuramitani, Koji Sato, Yuhei Sekiguchi,  
Hideo Kosaka

我々は量子情報処理の基本単位である量子ビットとして、ダイヤモンド中の単一窒素空孔(NV)中心に付随する電子スピンおよび核スピンを用いる方式を検討している。スピンを持たない炭素結晶中に位置する単一のNV中心は、外乱の影響を受けにくく安定して動作するという利点があり、これまで量子情報処理にて必要とされる多くの課題を達成してきた[1][2][3]。一方、付近にごく少数存在するスピンを持った炭素同位体の配置や結晶歪みの影響によって、ハミルトニアンはNV中心毎に固有であり、一律な制御にて高忠実度の操作を行うことは難しい。我々はこの課題に対して、最急上昇パルス成形(GRAPE)アルゴリズム[4]を用いた最適量子操作によって解決を試みてきたが[5]、精度向上のために系固有のハミルトニアンを正確に把握する手法を必要としていた。そこで今回我々はベイズ推定を基礎とする機械学習と、GRAPEアルゴリズムによる最適な量子操作を組み合わせることによって、量子系のハミルトニアンを推定する手法を考案した。この手法は、GRAPEによる特定のハミルトニアンに最適化された量子操作を行った後に測定と学習を行うため、従来考案されていた矩形制御パルスの学習法[6]と比較して高感度な測定、学習を行うことができる(図1)。数値解析の結果、炭素同位体の情報を持たない状態からの学習によって、超微細相互作用の値を10kHz以下の標準偏差で推定することに成功し(図2)、現在実験を試みている。

日ごろからご議論、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」萌芽的課題の支援を得た。

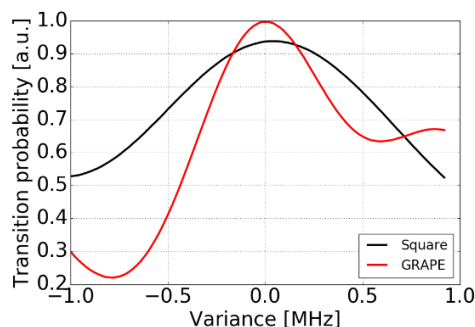


図1 真値に対する操作精度

[1]H. Kosaka, N. Niihara, *Phys. Rev. Lett.*, 114, 053603 (2015).

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

[3]Y. Sekiguchi, H. Kosaka *et al.*, *Nat. Photon.*, 11, 309 (2017).

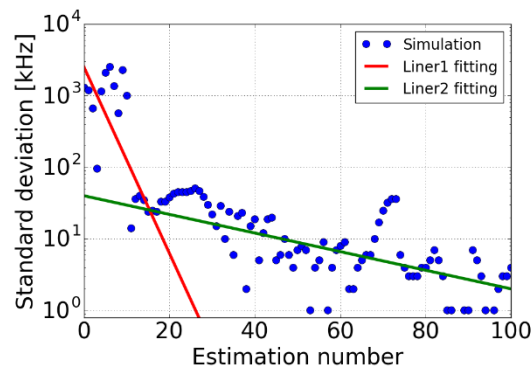


図2 炭素同位体超微細相互作用の推定誤差

[4]N. Khaneja, *et. al.*, *J. Magn. Reson.*, 172, 296-305(2005).

[5]倉見谷航洋他、日本物理学会春季大会 19pB21-14(2017).

[6]C.E.Granade, *et al.*, *New. J. Phys.*, 14,10 (2012).