

# GRAPE アルゴリズムを用いたダイヤモンド NV 中心の最適量子制御

横浜国立大院工

倉見谷航洋, 須田雄太, 後藤優征, 関口雄平, 佐藤恒司, 中村孝秋, 石田直輝, 長田昂大,  
小坂英男

The optimal quantum control for an NV center with GRAPE algorithm.

Yokohama National University

Koyo Kuramitani, Yuta Suda, Yuusei Goto, Yuhei Sekiguchi, Koji Sato,  
Takaaki Nakamura, Naoki Ishida, Kodai Nagata, and Hideo Kosaka

量子情報処理を実装しうる物理系として近年注目されているダイヤモンド中の NV 中心の電子スピン・核スピン複合系において、我々はすでに光子から核子への量子テレポーテーション<sup>[1][2]</sup>や縮退条件下における電子スピンのデカップリング<sup>[3]</sup>などを達成してきた。次の課題は、NV 中心におけるスケラビリティの向上すなわち単一 NV 中心系において扱える核スピン数の増加である。しかし、一般に複数の相互作用が絡む系のダイナミクスは複雑であり、所望の制御を達成するために与える磁気共鳴場の最適な形状は、近似を用いた手法以外では解析解を得ることが難しい。我々の研究は長距離量子通信のための量子中継器の開発を主眼に置いているが、このスキーム上の要請や技術的制約によって近似が成立せず、有意な複合系を前にしてその制御ができないという問題があった。

そこで我々は GRAPE アルゴリズム<sup>[4]</sup>と呼ばれる最適化手法を用いた計算物理的アプローチで、磁気共鳴パルスの最適形状を時間依存領域で探索することでこの課題に対する解決を試みた。結果、従来の手法においては制御の難しかった三量子複合系(図 1)において、高い忠実度での電子スピン制御法を導出すること、および実験による実証に成功した(図 2,3,4)。本研究で利用した最適化アプローチは、電子核子間の選択的もつれ生成や量子状態スワップなどの様々な量子操作に対しての応用が期待される。

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。本研究は総務省 NICT 委託研究、文科省科研費基盤 S 及び A、平山新学術領域、ポスト「京」萌芽的課題 1 の支援を得た。

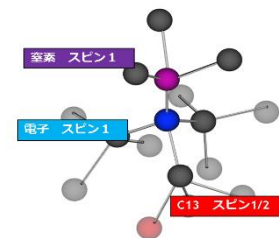


図 1 NV 三量子系概略図

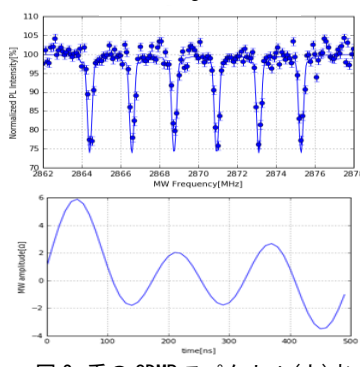


図 2 系の ODMR スペクトル(上)およびそれに最適化された実波形(下)

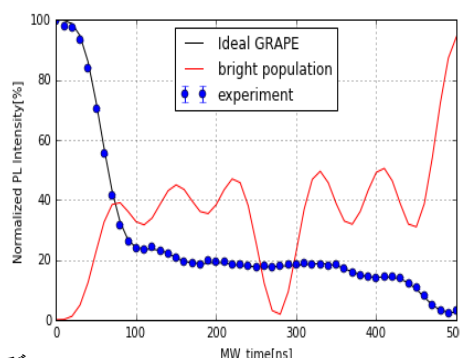


図 3 GRAPE 最適化波形による制御

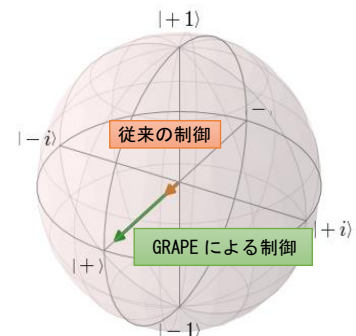


図 4  $|+\rangle$ 状態生成に対する比較