

# ダイヤモンド NV 中心の拓く量子認証システムの可能性

Toward quantum authentication with an NV center in diamond.

○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、黒岩良太、延與梨世、加納浩輝  
\*小坂英男（横浜国立大院工）

○Koyo Kuramitani, Yuta Suda, Yuusei Goto, Yuhei Sekiguchi, Koji Sato, Takaaki Nakamura, Ryota Kuroiwa, Riyo Enyo, Hiroki Kano,\*Hideo Kosaka (Yokohama Natl. Univ.)  
E-mail : \*kosaka-hideo-yp@ynu.ac.jp

盗聴に対し絶対的安全性があり次世代の情報技術と期待のかかる量子暗号通信は、しかしながらその通信末端部における偽証に対する対策は図られていないという欠陥が存在する。また偽証に対して行われる現行の認証技術も、最終的には一意的なデータを照合する以上、鍵となる情報の漏洩が起こった際の複製可能性からは逃れられない。一方で、昨今量子情報処理を可能とするデバイスとして有力視されているダイヤモンド NV 中心における電子核スピン複合系は、ダイヤモンド内部に自然発生的に存在する C13 スピンの人為的な配置制御が不可能である以上、本質的に複製不可能であり、一般的な物理認証との適合性がある。本講演では NV 中心スピン系のもつ量子性と物理的複製不可能性を併せて利用することにより、偽証に対して大きな耐性を持つ新たな認証方式である量子認証技術の提案および展望を語る。

上記技術の端緒として、我々は複雑なダイナミクスを持つ NV 中心電子核スピン複合系に対する正確な量子制御を可能としなければならない。しかしながら多体運動が絡む系に対する適切な制御法を解析的に得ることは一般に困難である。本研究では、NV 電子スピンに対する制御を与える磁気共鳴パルスに対し GRAPE アルゴリズム[1]を用いて時間依存的に最適化を行うことで上記の問題を解決し、複雑な系に対しても高い忠実度でスピン制御が可能であることを実験的に実証した。この GRAPE 最適化パルスは系のハミルトニアンを反映した固有のものであり、達成される制御の忠実度は系の電子スピン核スピン間相互作用の違いに対してセンシテ

ィブである。そのため、系のハミルトニアンユニークさを認証技術に利用するというアイデアと整合性がある。また、一般に磁気共鳴による制御は制御パルスの周波数やパルス間隔と系のハミルトニアンが何らかの形で対応しているためパルスの盗聴からハミルトニアン情報が漏洩する危険性があるが、最適化波形による制御においてはパルス盗聴から逆算的にハミルトニアンを類推することが難しい等の副次的な利点もある。

ここで開発した最適波形による NV 中心系に対する制御は、本質的には1つの NV 中心の系で多数の量子状態保存や演算を行うための基礎技術である。これまでに NV 中心系において成功している光子核子間量子メディア変換[2][3]や電子スピンの幾何学的制御[3]等と併せて適応することで、前述の認証や暗号通信、量子センサー、ひいては拡張性の高い量子演算器等といった様々な応用が期待される。

日頃よりご議論・ご協力いただく寺地徳之氏、加藤宙光氏、牧野俊晴氏、山崎聡氏、水落憲和氏、松崎雄一郎氏、根本香絵氏に感謝いたします。本研究は総務省 NICT 委員研究、科研費 A、S、平山新学術領域の支援を得た。

- [1] N. Khaneja, *et al.*, *JMR*, **172**, 296-305(2005).
- [2] H.Kosaka and N.Niikura, *Pyhs. Rev. Lett.*, **114**, 053603(2015).
- [3] S. Yang, H. Kosaka *et al.*, *Nature Photon.*, **7**, 11668 (2016)
- [4] Y.Sekiguchi, H.Kosaka *et al.*, *Nature Commun.* **7**, 11668(2016).

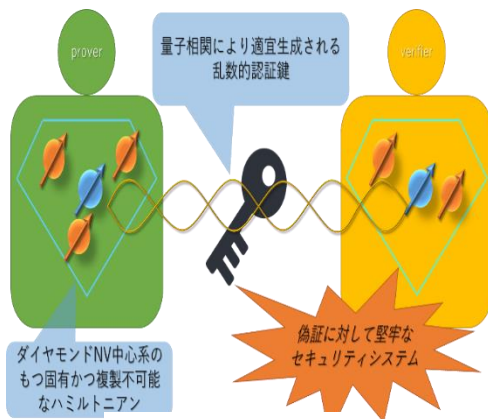


図1 量子認証概略

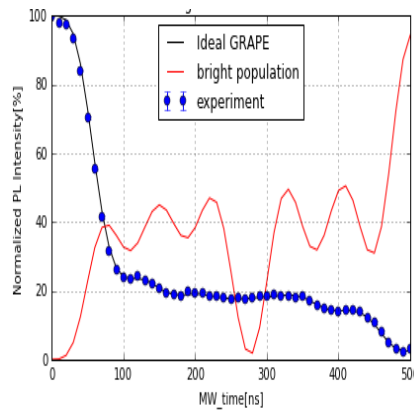


図2 最適波形による高忠実度制御

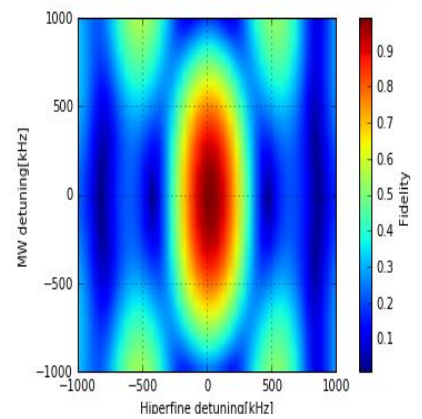


図3 相互作用感受性