磁場勾配によるダイヤモンド中の NV スピンのナノスケール量子制御

ハーバード・スミソニアン天体物理学センター¹, MIT² [○](PC)荒井 慧悟 ¹, J. Lee², H. Zhang¹, C. Belthangady¹, R. Walsworth¹ E-mail: keigoarai@gmail

▼ダイヤモンド中の窒素・空孔 (NV) 中心が持 つ電子スピン (図1)は、室温で制御可能な量 子系として、近年注目を集めている[1]。ナノス ケールの NV 中心の行列を、どのように選択的 かつ高精度に制御するかは、量子コンピューテ ィングの実現に向けての重要課題である。



図1:NV 中心は2準
位系。読み出しは蛍光
強度(赤)、制御はマイ
クロ波(黄)、摂動は磁
場(青)で行う。

▼本研究では、磁場勾配を用いた磁気共鳴をナ ノスケールに適用し、NV中心の選択的制御を 実現する。磁場勾配は、ダイヤモンド基板上に 作製したマイクロコイル(図2)に電流を流し て発生させる。従来のデザイン[2]よりも 100 倍強力な磁場勾配を作り、0.1 G/nmを達成す る。NV中心の行列(A-D)は間隔 100 nm で 並んでおり、光学的な手法では制御できない。



図 2:コイル・NV 列の電顕図(左)と蛍光(右)。 [1] D. LeSage*, K. Arai*, D. Glenn* *et al. Nature* **496**, 486 (2013). [2] K. Arai*, C. Belthangady*, H. Zhang* *et al. Nat. Nanotech.* **10**, 859 (2015). *These authors contributed equally to this work.



図3:磁場勾配下の光学検出磁気共鳴。 ▼強度な磁場勾配は、NV 中心列(A-D)の共鳴 ピークを4本に分ける(図3)。各NVの共鳴 周波数にマイクロ波を調整することで、各NV を選択的にコヒーレント制御できる(図4)。



図4:磁場勾配による選択的ラビ振動。マイク ロ波発生コイル(図2:オレンジ)とNV中心 との距離によってラビ振動数が異なる。

▼磁場勾配は、互いに結合した NV 中心の選択 的制御にも適用できる。NV 中心を基盤とした スピン・ネットワークは、将来、量子情報処理 の有望なプラットフォームとなりうる。