

# 超伝導キュービット・ダイヤモンド NV センタ ハイブリッド量子系

## Superconducting Qubit – Diamond NV-center Hybrid Quantum System

国立情報学研究所 〇仙場 浩一

National Institute of Informatics (NII) 〇Kouichi Semba

E-mail: semba@nii.ac.jp

人工原子からハイブリッド系へ:核磁気共鳴等で観測されるような綺麗な Rabi 振動や Ramsey 縞が、マクロな量子系である超伝導回路中の電子状態のダイナミクスとして実験室で日常的に観測されるようになった。超伝導人工原子が量子コヒーレンスを保てる時間は、当初ナノ秒にも満たなかったが 10 年間に 5 桁以上も進歩し、本格的な誤り耐性量子回路の研究が可能な段階に入った。しかし、これまでの研究には、2 種類以上の量子系を組み合わせる複合 (ハイブリッド) 量子システムとして機能させるという視点が欠けていた。現在のコンピュータでは、演算、記憶、通信を担っているのは、半導体、磁性体、光のような、各々の目的に合致した異なる物理系である。量子コンピュータに代表される量子力学的マシンを実現するためにも、2 種類以上の量子系を組み合わせ、量子システム全体として調和を保ち機能させる必要性が認識されはじめた。

**異種巨視的量子系間で観測された真空ラビ振動:** NTT-大阪大学-NII の共同研究チームは、量子プロセッサ候補として期待されている超伝導磁束キュービットの任意の量子状態を一時保存可能な「量子メモリー」の候補を探してきたが、図 1 に示すダイヤモンド中の NV センターからなる電子スピン集団と超伝導磁束キュービット間の真空ラビ振動 (エネルギー量子 1 個の交換振動) の観測に世界で初めて成功した。これは、超伝導量子ビットの重ね合わせ状態をダイヤモンド結晶中のスピン集団へ移した後に再び読み出せることを意味しており、量子通信や量子情報処理に不可欠な、量子メモリーの実現にとって、ダイヤモンドが極めて有望であることを示す [1,2]。

[1] Zhu, X. et al., Nature **478**, 221–224 (2011). [2]パリティ 2013 年 1 月号 p.11-13「物理科学この 1 年」

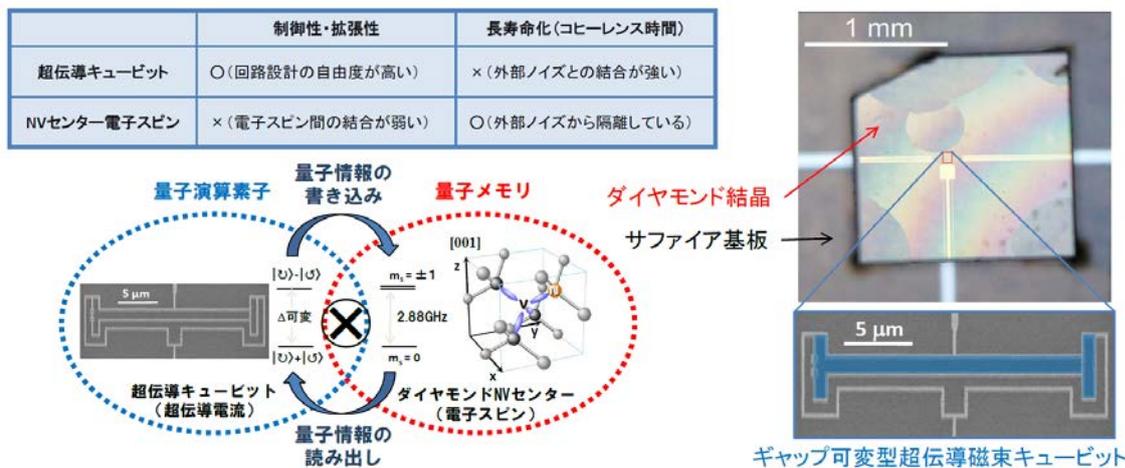


図 1 超伝導量子ビット・ダイヤモンドの NV センター の特性表 (左上)、2.88 GHz の零磁場分裂を介して、単一エネルギー量子を交換する概念図 (左下)、実際に実験に使用された試料 (右)