

超伝導人工原子・調和振動子 超強結合系

Superconducting Artificial Atom - Harmonic Oscillator Ultrastrong-Coupling System

○布施 智子¹, 吉原 文樹¹, Sahel Ashhab², 角柳 孝輔³, 齋藤 志郎³, 仙場 浩一¹

1. 情報通信研究機構, 2. Qatar Environment and Energy Research Institute, 3. NTT 物性基礎研

°Tomoko Fuse¹, Fumiki Yoshihara¹, Sahel Ashhab², Kosuke Kakuyanagi³, Shiro Saito³,

Kouichi Semba¹ (1.NICT, 2.Qatar Environment and Energy Research Institute, 3.NTT BRL)

E-mail: tfuse@nict.go.jp

近年、基板上に作製した共振回路に光子を閉じ込め、同様に基板上に作製した離散準位系（人工原子）と相互作用させる、circuit quantum electrodynamics (circuit QED) の研究が進んでいる。circuit QED では、作製する回路や人工原子のパラメータを設計することにより、様々な物理現象を観測することができる。例えば、共振回路と人工原子との相互作用の大きさ ($\hbar g$, g : 結合定数) が光子や人工原子の減衰レート (κ, γ) よりも大きい強結合系 ($g > \kappa, \gamma$) は既に実現され[1]、共振回路と人工原子の間での量子情報のコヒーレントな交換が可能となっている。我々は、巨視的量子状態をもつ超伝導磁束量子ビット（人工原子）と集中定数型の超伝導 LC 共振回路（調和振動子）を用いて、相互作用の大きさが光子自体のエネルギー ($\hbar\omega_0$) や人工原子（ここでは量子ビット）のエネルギースケール ($\hbar\Delta$) を超える、超強結合系 ($g > \omega_0, \Delta > \kappa, \gamma$) を作製し、系統的にそのエネルギースペクトルを測定することに成功した。このようなパラメータの関係をもつ超強結合系の状態は、強結合系の状態とは質的に異なることが予言されており[2]、実際に測定されたエネルギースペクトルは、強結合系のスペクトルとは大きく異なるものであった。また、基底状態を含むすべてのエネルギー固有状態は光子と量子ビットのエンタングル状態と考えられており、測定でもこの状態を示唆するエネルギースペクトルが得られている。講演では、最新の実験結果について報告する。

[1] I. Chiorescu et al., Nature 431, 159 (2004), A. Wallraff, et al., Nature 431, 162 (2004).

[2] S. Ashhab and F. Nori, PRA 81, 042311 (2010), S. Ashhab, PRA87, 013826 (2013).