

**超伝導量子ビットを用いた
伝搬マイクロ波単一光子の量子非破壊測定**
**Quantum non-demolition detection of an itinerant single photon
using a superconducting qubit**

○河野信吾¹, 増山雄太¹, 石川豊史¹, 田淵豊¹, 野口篤史¹, 山崎歴舟¹,
宇佐見康二¹, 中村泰信^{1, 2} (1. 東大先端研、2. 理研 CEMS)

○S. Kono¹, Y. Masuyama¹, T. Ishikawa¹, Y. Tabuchi¹, A. Noguchi¹, R. Yamazaki¹,
K. Usami¹, and Y. Nakamura^{1, 2} (1. RCAST-UTokyo, 2. CEMS-RIKEN)

E-mail: s.kono@qc.rcast.u-tokyo.ac.jp

近年、量子情報処理の有力な担い手として超伝導量子ビットは盛んに研究されている。超伝導量子ビットとは、Josephson 接合を用いた非線形性を持つ共振回路であり、実効的な二準位系として振る舞う。その特徴として、超伝導量子ビットは原子系と比べて大きな双極子モーメントを持つため、超伝導回路を用いた Cavity-QED 系が比較的容易に実現可能である。この Cavity-QED 系の量子状態を制御する技術を用いて、近年、複数の超伝導量子ビットや、共振器内のマイクロ波光子を高精度に制御・測定することが可能になってきた。加えて、伝搬マイクロ波光子についても、遠く離れた量子系間のエンタングルメント状態の生成や、量子情報通信の有力な媒体として注目されており、活発に研究が行われている。本発表では、その要素技術として、超伝導量子ビットを用いた、伝搬マイクロ波単一光子を単一試行により量子非破壊に測定する技術の提案と、その実験結果を報告する。

本研究では、反射型アルミニウム三次元空洞共振器 ($Q_{\text{int}} \sim 10^5$) とトランズモン型超伝導量子ビットを用いて Cavity-QED 系を構成しており、共振器と超伝導量子ビットの共鳴周波数は大きく離調されている。この系に伝搬光子を入射すると、共振器を介して伝搬光子と量子ビットが結合する。その際に、離調が大きいため量子ビットと光子は直接エネルギーのやり取りをしない一方で、伝搬光子の有無によって量子ビットの共鳴周波数が大きくシフトする (分散シフト)。この分散シフトを用いて量子ビットの重ね合わせ状態に対する位相シフトを生じさせ、その位相シフトを測定することにより伝搬光子を検出する。この測定は、一般的な光子検出器のように伝搬光子のエネルギーを吸収する方式ではなく、光子に関して量子非破壊測定となっている。実験では、微弱なマイクロ波の入力に対する光子検出の効率を測定し、量子非破壊性を確認するために、測定後の伝搬光子に対して量子状態トモグラフィーを行った。